

**Klimaschutz als Threshold-Gut:
Eine institutionenökonomische Analyse der
Klimapolitik und ihrer Instrumente**

-
**Effizienzorientierte Untersuchung der Ausweitung des Einsatzes sektoraler
Emissionshandelssysteme unter exemplarischer Betrachtung des Gebäudesektors
in Deutschland**

Von der Mercator School of Management
- Fakultät für Betriebswirtschaftslehre- der Universität Duisburg-Essen
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaft (Dr. rer. oec.)
genehmigte Dissertation

von
Dipl.-Ök. Kevin Alfuth
aus
Essen

Erstgutachter: Prof. Dr. Manfred Tietzel
Zweitgutachter: Prof. Dr. Markus Taube

Datum der mündlichen Prüfung: 19.11.2014

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	IX
Einleitung	13
1 Der anthropogene Klimawandel	17
1.1 Die „globale Erwärmung“	19
1.2 Abrupte Klimaänderungen und Kipp-Punkte im Klimasystem	22
1.3 Auswirkungen des Klimawandels auf menschliche Gesellschaften	26
1.4 Vermeidung als Handlungsoption	29
1.5 Ökonomische Folgekostenabschätzungen	33
2 Klimaschutzpolitik: Rechtfertigung und Zielbestimmung	43
2.1 Der anthropogene Klimawandel: Ausdruck von Marktversagen.....	44
2.1.1 Das Problem fehlender Verfügungsrechte an der Erdatmosphäre	44
2.1.2 Die Erdatmosphäre: Ein Allmende-Gut.....	47
2.1.3 Die Übernutzung der Erdatmosphäre als Auslöser negativer Externalitäten	48
2.2 Ziele von Klimaschutzpolitik.....	53
2.2.1 Zielbestimmung auf Basis eines Effizienzstandards	53
2.2.1.1 Die Zielfestlegung als das Ergebnis von Individualentscheidungen.....	56
2.2.1.2 Die Zielfestlegung als das Ergebnis von Kollektiventscheidungen.....	58
2.2.2 Zielbestimmung auf Basis ökonomischer Folgekostenabschätzungen	60
2.2.3 Zielbestimmung auf Basis des Vorsichtsprinzips	65
2.2.4 Zielvorstellungen im Rahmen der internationalen Klimaschutzpolitik.....	72
3 Realisierung von Klimaschutz: Eine globale Herausforderung.....	77
3.1 Probleme der Bereitstellung von Klimaschutz.....	78
3.1.1 Probleme der Bereitstellung auf Basis „klimafreundlichen“ Verhaltens.....	78

3.1.2	Probleme der Bereitstellung auf Basis unilateraler Klimapolitik eines Staates	83
3.1.3	Probleme der Bereitstellung auf Basis eines internationalen Abkommens aller Staaten.....	85
3.1.3.1	<i>Das Beitrittsproblem</i>	86
3.1.3.2	<i>Das Compliance-Problem</i>	88
3.1.3.3	<i>Status quo internationaler Klimaschutzpolitik.....</i>	94
3.2	Selbstorganisation: Eine Möglichkeit zur Regulierung der Allmende „Erdatmosphäre“?.....	97
3.2.1	Selbstorganisation als Mittel der langfristigen Aufrechterhaltung eines Allmende-Gutes	97
3.2.2	Selbstorganisation auf Ebene unabhängiger Nationalstaaten	101
3.3	Unvollständige internationale Kooperation zur Bereitstellung von Klimaschutz.....	107
3.3.1	Die Olson-Bedingungen für die private Bereitstellung von Kollektivgütern	108
3.3.2	Zum Einfluss von Aggregationstechnologien auf die Wahrscheinlichkeit der Bereitstellung von Kollektivgütern	110
3.3.3	Klimaschutz als „Threshold-Gut“	112
3.3.4	Bereitstellung des Threshold-Gutes Klimaschutz durch eine multilaterale Koalition von Staaten	114
3.3.5	Das Carbon Leakage-Phänomen bei unvollständiger internationaler Kooperation im Klimaschutz.....	121
4	Instrumenteneinsatz in der Klimapolitik: Eine nationale Aufgabe.....	130
4.1	Klimapolitik in Deutschland: Ein Überblick.....	132
4.2	Ökonomische Analyse klimapolitischer Instrumente.....	141
4.2.1	Beurteilungskriterien klimapolitischer Instrumente	145
4.2.1.1	<i>Ökologische Effizienz.....</i>	145
4.2.1.2	<i>Ökonomische Effizienz.....</i>	147
4.2.1.3	<i>Dynamische Effizienz.....</i>	148
4.2.2	Auflagenregulierung.....	149
4.2.2.1	<i>Zur ökologischen Treffsicherheit von Auflagen</i>	150
4.2.2.2	<i>Zur ökonomischen Effizienz von Auflagen</i>	153
4.2.2.3	<i>Zur dynamischen Effizienz von Auflagen.....</i>	154
4.2.2.4	<i>Fazit zur Eignung der Auflagenregulierung</i>	155
4.2.3	Preisregulierung über Steuern.....	156

4.2.3.1	Ökologische Treffsicherheit der Steuerregulierung	157
4.2.3.2	Kosteneffizienz der Preisregulierung über Steuern	159
4.2.3.3	Dynamische Effizienz der Steuerregulierung	162
4.2.3.4	Zwischenfazit zur Eignung der Steuerregulierung	164
4.2.4	Cap and Trade-Regulierung mit handelbaren Emissionsrechten	166
4.2.4.1	Ökologische Treffsicherheit der Cap and Trade-Regulierung	168
4.2.4.2	Kosteneffizienz der Cap and Trade-Regulierung	169
4.2.4.3	Dynamische Effizienz der Zertifikatlösung	171
4.2.4.4	Fazit zur Überlegenheit der Cap and Trade-Regulierung	174
4.3	Sektorspezifische Regulierung in der Klimapolitik	179
4.3.1	Das Europäische Emissionshandelssystem	179
4.3.2	Ökonomische Würdigung der sektorspezifischen Cap and Trade-Regulierung	184
4.3.3	Ausweitungsoptionen der sektorspezifischen Cap and Trade-Regulierung	189
5	Ein Cap and Trade-System für den Gebäudesektor	195
5.1	Der Gebäudesektor	195
5.1.1	Abgrenzung, Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch	196
5.1.2	Vermeidungspotenziale, -techniken und -kosten	201
5.1.3	Eine kritische Bestandsaufnahme klimapolitischer Regulierungsmaßnahmen	206
5.1.4	Das Erfordernis einer instrumentellen Neuausrichtung	218
5.2	Rahmenbedingungen für ein funktionsfähiges Cap and Trade-System	221
5.2.1	Emissionsmengenbegrenzung für den Gebäudesektor	222
5.2.2	Bestimmung der Gruppe zu regulierender Wirtschaftssubjekte	223
5.2.2.1	Ausgestaltung nach dem Upstream-Ansatz	227
5.2.2.2	Ausgestaltung nach dem Downstream-Ansatz	229
5.2.2.3	Upstream- vs. Downstream-Ansatz	231
5.2.3	Festlegung der Regulierungsobjekte	238
5.2.4	Erschaffung und grundlegende Gestaltungsmerkmale von Emissionsrechten	242
5.3	Entwurf für ein Cap and Trade-System nach dem Downstream-Ansatz	244
5.3.1	Zur Auswahl eines Primärallokationsverfahrens	245
5.3.1.1	Zur Bedeutung des Primärallokationsverfahrens	245
5.3.1.2	Unentgeltliche Zuteilungsverfahren	247
5.3.1.3	Preisbildende Verfahren	251

5.3.2	Elemente eines funktionsfähigen Sekundärmarktes für Emissionsrechte	258
5.3.2.1	<i>Auswahl einer Handelsplattform.....</i>	<i>258</i>
5.3.2.2	<i>Betrieb der Handelsplattform und Aufgaben der Umweltbehörde</i>	<i>260</i>
5.3.3	Ausgestaltung des Monitoring-Systems	263
5.3.3.1	<i>Erfassung der einzubeziehenden Feuerungsanlagen.....</i>	<i>263</i>
5.3.3.2	<i>Erfassung der Emissionsaktivitäten</i>	<i>266</i>
5.3.3.3	<i>Verifizierung der Verbrauchsmengenangaben</i>	<i>273</i>
5.3.3.4	<i>Sanktionierung nicht regelkonformen Verhaltens.....</i>	<i>276</i>
5.3.3.5	<i>Transaktionskostenabschätzung.....</i>	<i>279</i>
Fazit		299
Literaturverzeichnis.....		310

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1a: Geschätzte Schädigungsausmaße des Klimawandels in Abhängigkeit von der Veränderung der globalen Durchschnittstemperatur.....	34
Abbildung 2a: Negative technologische Externalitäten.....	50
Abbildung 2b: Optimales Schädigungsausmaß der anthropogenen Klimabeeinflussung.....	54
Abbildung 3a: Strategische Situation bei der Bereitstellung eines individuellen Beitrags zum Klimaschutz.....	81
Abbildung 3b: Mehrpersonen-Gefangenendilemma-Matrix.....	87
Abbildung 3c: Bereitstellung eines Threshold-Gutes durch zwei Spieler als Assurance-Spiel	115
Abbildung 3d: Bereitstellung eines Threshold-Gutes durch mehr als zwei Spieler als Mehrpersonen-Assurance-Spiel	117
Abbildung 4a: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland seit 1990 und Zielwerte.....	133
Abbildung 4b: Treibhausgasemissionen in CO _{2eq} in Deutschland nach Quellgruppen im Jahr 2012.....	135
Abbildung 4c: Optimale Internalisierung negativer technologischer externer Effekte mit Hilfe einer Pigou-Steuer	157
Abbildung 4d: Individueller Kostenkalkül bei Steuerregulierung.....	161
Abbildung 4e: Individuelle Anreize zur Nutzung neuer Vermeidungstechnologien.....	162
Abbildung 4f: Individueller Kostenkalkül bei Mengenregulierung mit handelbaren Schädigungsrechten.....	170
Abbildung 4g: Dynamische Anreizwirkungen unter einer Mengenregulierung mit handelbaren Schädigungsrechten	172
Abbildung 4h: Aufteilung des gesamten Emissionsbudgets für 2008-2012 in t CO _{2eq}	185
Abbildung 5a: Anteile der Energieverbrauchssektoren am gesamten Endenergieverbrauch des Jahres 2012 in Deutschland.....	200
Abbildung 5b: CO ₂ -Vermeidungskostenkurve im Gebäudesektor	204
Abbildung 5c: Bestand installierter Kleinfeuerungsanlagen in Deutschland nach Art des eingesetzten Energieträgers (Angaben in Mio. für das Jahr 2005).....	240
Abbildung 5d: Endenergieverbrauch der Kleinfeuerungsanlagen nach Energieträgern (Angaben in Terajoule, bezogen auf das Jahr 2005)	241
Abbildung 5e: Entstehung von Monitoring-Kosten eines Emissionshandelssystems in den 39,6 Mio. Haushalten in Deutschland: Übersicht über Haushaltsgruppen	272

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4a:	Überblick über die wichtigsten Klimaschutzmaßnahmen in Deutschland neben dem <i>Europäischen Emissionshandelssystem</i>	137
Tabelle 5a:	Entwicklung des gesamten und nach Wirtschaftssektoren untergliederten Endenergieverbrauchs in der <i>Bundesrepublik Deutschland</i> in Petajoule (PJ).....	197
Tabelle 5b:	Transaktionskosten eines Emissionshandelssystems im Gebäudesektor	293

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

°C	Grad Celsius
¹⁶ O	Sauerstoffisotop
¹⁸ O	Sauerstoffisotop
Abs.	Absatz
AG	Aktiengesellschaft
AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AO	Abgabenordnung
ARP	Acid Rain-Programm
Aufl.	Auflage
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesumweltministerium
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
C	Kohlenstoff
c. p.	ceteris paribus
C ¹⁴	Kohlenstoffisotop
CCS	Carbon Capture and Storage
CCSP	Climate Change Science Program
CDM	Clean Development Mechanism
CER	Certified Emission Reduction Units
CH ₄	Methan
CKW	Chlorkohlenwasserstoff
clino	climatic normals
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2eq}	Kohlenstoffdioxidäquivalente
COP	Conference of the Parties
CPI	Climate Policy Initiative
CV-Methode	Contingent Valuation-Methode
D	Deuterium (Wasserstoffisotop)
d. h.	das heißt
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DENA	Deutsche Energieagentur
DICE-Modell	Dynamic Integrated Climate-Economy Model
e. V.	eingetragener Verein
EE	Erneuerbare Energien

EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EE-Wärme	Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EEX	European Energy Exchange
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
ENEV	Energieeinsparverordnung
ENSO-Phänomen	El-Niño-Südhemisphärische Oszillations-Phänomen
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EPA	Environmental Protection Agency
ERU	Emission Reduction Unit
et al.	et alii/et aliae/et alia
ETS	Emission Trading System
EU	Europäische Union
EU-EHS	Europäisches Emissionshandelssystem
EUR	Euro
f.	folgende
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoff
ff.	fortfolgende
FIZ	Fachinformationszentrum Karlsruhe
FKW	Fluorkohlenwasserstoff
g	Wachstumsrate des Konsums
GBO	Grundbuchordnung
ggü.	gegenüber
GHD	Gebäude, Handel, Dienstleistungen
Gt	Gigatonnen
GVK	Grenzvermeidungskosten
HeizkostenV	Heizkostenverordnung
HFC	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
HFCKW	Teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe
HFKW	Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe
Hrsg.	Herausgeber
HWWA	Hamburgisches WeltWirtschaftsInstitut
i. d. R.	in der Regel
i. V. m.	in Verbindung mit
ICAP	International Carbon Action Partnership
ICRW	International Convention for the Regulation of Whaling
IEA	Internationale Energieagentur
IEEP	Institute for European Environmental Policy
IEKP	Integriertes Energie- und Klimaschutzprogramm
insg.	insgesamt
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISI	Institute for Scientific Information
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JI	Joint Implementation
Jg.	Jahrgang
Kap.	Kapitel
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau

KFZ	Kraftfahrzeug
km	Kilometer
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplung-Gesetz
LKW	Lastkraftwagen
LOSU	Level of Scientific Understanding
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry
m. E.	meines Erachtens
m ²	Quadratmeter
Mio.	Million
MIT CEEPR	Massachusetts Institute of Technology Center for Energy and Environmental Policy Research
mm	Millimeter
Mrd.	Milliarde
Mt	Megatonne
n. Chr.	nach Christus
N ₂ O	Distickstoffmonoxid
NAO	Nordatlantische Oszillation
NAP	Nationaler Allokationsplan
NIP	Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
No.	Number
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
Nr.	Nummer
NRC	National Research Council
o. g.	oben genannt
o. V.	ohne Verfasser
O ₃	Ozon
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PC	Personal Computer
PFC	Perfluorierte Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe
Pj	Petajoule
PKW	Personenkraftwagen
ppb	parts per billion
ppm	parts per million
PwC	PricewaterhouseCoopers AG
r	Diskontrate
RECLAIM	Regional Clean Air Incentives Market
resp.	respektive
RF	Radiative Forcing
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
S.	Seite
SCC	Social Costs of Carbon
SchfHwG	Schornsteinfeger-Handwerksgesetz
SF ₆	Schwefelhexafluorid
SKE	Steinkohleeinheit
sog.	sogenannte

SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
t	Tonne
THG	Treibhausgas
u (c _t)	Nutzenfunktion
u. a.	unter anderem
u. ä.	und ähnliches
u. U.	unter Umständen
u. v. a. m.	und vieles andere mehr
UBA	Umweltbundesamt
UdSSR	Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken
UN	United Nations
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
US	United States
US \$	United States Dollar
USA	United States of America
UV-Strahlung	Ultraviolettstrahlung
vgl.	vergleiche
Vol.	Volume
WMO	World Meteorological Organization
WWF	World Wide Fund For Nature
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH
η	Elastizität des Grenznutzens
ρ	Zeitpräferenzrate

„Dosis sola facit venenum.“

Paracelsus, 1538

Einleitung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die institutionenökonomische Analyse der internationalen Klimapolitik und des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes auf der Ebene von Staaten. Der Analyse werden die neueren klimawissenschaftlichen Kenntnisse über die Möglichkeit eines abrupten klimatischen Wandels und über die Existenz von Kipp-Punkten innerhalb des Klimasystems zugrundegelegt. Ein Einbezug dieser neueren klimawissenschaftlichen Kenntnisse steht in der Ökonomik bislang aus. In der ökonomischen Analyse des anthropogenen Klimawandels wird stattdessen standardmäßig vorausgesetzt, dass zwischen Treibhausgasemissionen, atmosphärischem Treibhausgaskonzentrationsgrad, globaler Durchschnittstemperatur und erwarteten Schäden durch Klimaveränderungen ein stetiger Zusammenhang vorliegt. Wenn aber Nicht-Linearitäten innerhalb des Klimasystems existieren, handelt es sich beim Klimawandel um ein Schwellenphänomen. Weil dieser Umstand im Annahmen-Set bisheriger ökonomischer Analysen nicht enthalten ist, lässt sich konstatieren, dass das Phänomen des anthropogenen Klimawandels in der Ökonomik bislang unzureichend behandelt worden ist. Wie ein Einbezug der naturwissenschaftlichen Kenntnisse über die Möglichkeit eines abrupten Klimawandels in der ökonomischen Analyse der Klimapolitik und ihrer Instrumente aussehen kann, und welche Aussagen auf Basis dieses Einbezugs getroffen werden können, wird im Verlauf der Arbeit gezeigt. Dabei werden folgende zentrale Fragestellungen behandelt:

- *Inwieweit verändern sich die relevanten Bedingungen der ökonomischen Analyse des Zustandekommens und der Stabilität von internationalen Klimaschutzvereinbarungen, wenn die neueren klimawissenschaftlichen Kenntnisse über die Möglichkeit eines abrupten klimatischen Wandels und die Existenz von Kipp-Punkten innerhalb des Klimasystems berücksichtigt werden?*
- *Kann unter den geänderten Bedingungen das Zustandekommen eines stabilen Klimaschutzabkommens erwartet werden?*
- *Falls ein stabiles Klimaschutzabkommen zustande kommt, welche Probleme könnten dann die Erreichung des Ziels eines solchen Abkommens gefährden?*
- *Inwiefern beeinträchtigen die identifizierten Probleme die Effizienz von klimapolitischen Instrumenten, die zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen auf Ebene von Nationalstaaten eingesetzt werden?*

- *Welche praktikablen Maßnahmen sind vorstellbar, mit deren Umsetzung das Ausmaß der identifizierten Probleme eingedämmt und die Effizienz der auf nationaler Ebene eingesetzten klimapolitischen Instrumente gesteigert werden können?*
- *Wie kann eine effiziente Ausweitung der mengenpolitischen Cap and Trade-Regulierung – die in Deutschland im Rahmen des Europäischen Emissionshandelssystems bereits Anwendung findet – auf weitere Branchen und Wirtschaftssektoren aussehen?*

Die Fragen werden im Verlauf der aus 5 Kapiteln bestehenden Arbeit beantwortet. Im ersten Kapitel wird der anthropogene Klimawandel thematisiert. Hierin erfolgt zunächst die Beschreibung des Phänomens der „globalen Erwärmung“. In diesem Zusammenhang werden die Möglichkeit eines abrupten klimatischen Wandels und die Existenz von Schwellenwerten und Kipp-Punkten innerhalb des Erdklimasystems thematisiert. Nach einer kurzen Übersicht über mögliche Auswirkungen eines Klimawandels auf menschliche Gesellschaften wird das Thema der Vermeidung von Treibhausgasemissionen behandelt. Es wird gezeigt, inwiefern der Mensch Einfluss auf das Klimageschehen nimmt und warum die Vermeidung von Treibhausgasemissionen eine Handlungsoption im Umgang mit dem anthropogenen Klimawandel darstellt. Schließlich werden quantitative ökonomische Analysen vorgestellt, in denen die Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels und die Kosten von Vermeidungsmaßnahmen abgeschätzt werden.

Im Verlauf des zweiten Kapitels wird analysiert, welche Handlungsanreize bei der Nutzung der Erdatmosphäre als Deponie für Treibhausgasemissionen wirken und warum es in einem Ausmaß zur Emission von Treibhausgasen kommt, infolge dessen ein klimatischer Wandel ausgelöst werden kann. In diesem Zusammenhang wird gezeigt, dass es sich bei der Erdatmosphäre um eine globale Allmende handelt. Zudem wird herausgearbeitet, dass die möglichen Folgen eines Klimawandels negative externe Effekte von Konsumhandlungen und einer Güter- und Dienstleistungsproduktion darstellen, die auf der Verbrennung fossiler, kohlenstoffhaltiger Rohstoffe basiert. Daran anschließend wird diskutiert, inwieweit eine Internalisierung der externen Effekte auf Basis ökonomischer Erwägungen erfolgen sollte bzw. welches Klimaschutzniveau Ziel einer rationalen Klimaschutzpolitik sein könnte. Mit einem Blick auf die Zielvorstellung der gegenwärtigen internationalen Klimaschutzpolitik endet das zweite Kapitel.

Gegenstand des dritten Kapitels ist die ökonomische Analyse der Bereitstellung von Klimaschutz. Zunächst erfolgt hierin eine klassische spieltheoretische Analyse wie sie in der ökonomischen Literatur üblicherweise vorgenommen wird, wenn die Probleme, die bei der Bereitstellung des Kollektivgutes „Klimaschutz“ auftreten können, untersucht werden. Weil die tatsächliche Bereitstellung des Kollektivgutes Klimaschutz das unmittelbare Ergebnis des erfolgreichen Managements der globalen Allmende Erdatmosphäre ist, werden anschließend die Bedingungen dargestellt, die ein erfolgreiches Selbstmanagement einer regionalen Allmende-

Ressource ermöglichen. Zudem wird erörtert, warum die Kenntnisse über erfolgreich bewirtschaftete regionale Allmenden nur sehr bedingt als Blaupause für das erfolgreiche Management der globalen Allmende Erdatmosphäre Verwendung finden können. Im Anschluss daran wird ein Ansatz präsentiert, mit dem gezeigt werden kann, dass die Bereitstellung von Klimaschutz unter bestimmten, realisierbaren Bedingungen auf internationaler Ebene tatsächlich möglich ist. In diesem Zusammenhang wird zunächst dargelegt, dass sich die Entscheidungssituation in der theoretischen Analyse, bei der auf Ebene der internationalen Staatengemeinschaft über die Bereitstellung von Klimaschutz befunden wird, fundamental verändert, sobald die neueren klimawissenschaftlichen Erkenntnisse über die Bedeutung von Kipp-Punkten und Rückkopplungsbeziehungen innerhalb des Klimasystems berücksichtigt werden. Auf Basis spieltheoretischer Überlegungen wird sodann argumentiert, dass unter den geänderten Bedingungen das Zustandekommen eines stabilen Klimaschutzabkommens erwartet werden kann. Dabei stellt die vollständige Kooperation aller Staaten keine notwendige Bedingung für das Zustandekommen eines stabilen Abkommens dar. Eine Koalition von Staaten, deren gemeinsames klimapolitisches Handeln dazu führt, dass eine Wirksamkeitsschwelle überschritten wird, genügt. Diese Form unvollständiger Kooperation auf internationaler Ebene, in dem Sinne, dass nicht alle Staaten daran teilnehmen, beinhaltet allerdings eine Gefahr: Solange nicht in allen Staaten der Erde Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden haben Wirtschaftsakteure u. U. den Anreiz, klimapolitisch regulierte wirtschaftliche Aktivitäten in Staaten zu verlagern, in denen keine entsprechenden Regulierungen beachtet werden müssen. Dieses Phänomen, das als Carbon Leakage bezeichnet wird, kann, wie gezeigt werden wird, die Erreichung des klimapolitischen Ziels, das mit dem Klimaschutzabkommen verfolgt wird, gefährden.

Nach der Analyse der internationalen Klimapolitik werden im vierten Kapitel die Zielkonformität und die Effizienz des klimapolitischen Mitteleinsatzes behandelt. Im Rahmen einer ökonomischen Instrumentenanalyse wird dargelegt, warum der Einsatz von Emissionshandelssystemen zur Regulierung der Treibhausgasemissionen anderen Regulierungsinstrumenten aus Effizienzgründen vorzuziehen ist. Es wird zudem gezeigt, dass ein sektorspezifischer Instrumenteneinsatz die Chance beinhaltet, das Ausmaß des Carbon Leakage-Problems abzumildern, sollte sich auf internationaler Ebene eine unvollständige Kooperation zum Schutz des Klimas bilden. Unter der Bedingung, dass der Nutzen eines sektorspezifischen Instrumenteneinsatzes die damit einhergehenden Kosten der Sektoralisierung des Mitteleinsatzes übersteigt, wird eine klimapolitische Empfehlung ausgesprochen: Dargestellt an der Klimapolitik Deutschlands, wird die Ausweitung des Instrumenteneinsatzes eines „Downstream“, d. h. auf Ebene der Emittenten, ansetzenden Emissionshandelssystems auf weitere Sektoren vorgeschlagen. Bislang ist der Einsatz dieses Instruments, in Gestalt des Europäischen Emissionshandelssystems, auf den Energie- und ausgewählte Branchen des Industriesektors beschränkt. Statt jedoch, wie bislang in politischen Überlegungen beabsichtigt und in einigen ökonomischen Analysen empfohlen, Massenmärkte

wie den Verkehrs- und den Gebäudesektor von dieser Ausweitung auszunehmen, wird der Einbezug dieser Sektoren ausdrücklich befürwortet. Es wird gezeigt, unter welchen umsetzbaren Bedingungen sich auch dort der Einsatz eines Systems zum Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten aus ökonomischer Sicht lohnen kann.

Im fünften Kapitel wird dargestellt, wie ein praktikables Cap and Trade-System im Gebäudesektor ausgestaltet sein müsste, sodass es neben dem etablierten Europäischen Emissionshandelssystem und anstelle der in diesem Sektor bislang vorherrschenden Auflagenregulierung zum Einsatz kommen könnte. In einem ersten Schritt wird der Gebäudesektor von anderen Wirtschaftsbereichen abgegrenzt, und es wird seine relative Bedeutung für die nationale Klimapolitik hervorgehoben. Es werden die möglichen CO₂-Vermeidungsoptionen vorgestellt sowie die wichtigsten bisher durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen kritisch betrachtet. In einem zweiten Schritt werden grundlegende Rahmenbedingungen eines Emissionshandelssystems diskutiert. Thematisiert werden eine mögliche Emissionsmengenbegrenzung für den Gebäudesektor, die Möglichkeiten zur Bestimmung des sog. zertifikatpflichtigen Personenkreises und der in das Handelssystem einzubeziehenden energieerzeugenden Anlagen sowie die Gestaltungsmerkmale der auszugebenden Emissionsberechtigungen. Drittens werden konkrete Ausgestaltungsoptionen eines Downstream ansetzenden praktikablen und funktionsfähigen Emissionshandelssystems für Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor vorgeschlagen. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen dabei Vorschläge zur Auswahl eines geeigneten Erstallokationsmechanismus¹, einer geeigneten Handelsplattform für Emissionsberechtigungen und ein Entwurf zur Implementierung eines funktionsfähigen Monitoring-Systems. In einem letzten Schritt werden die möglicherweise anfallenden Transaktionskosten des vorgeschlagenen Regulierungsansatzes ermittelt. Die Arbeit schließt mit einem Fazit.

*"The climate system is a capricious beast
and we are poking it with a sharp stick"*

Wallace Broecker¹

1 Der anthropogene Klimawandel

Ökosysteme bilden die Grundlage für jede Form menschlicher Aktivität, denn sie bringen die Umweltgüter hervor, welche die Lebensbedingungen für den Menschen darstellen.² Indem der Mensch die Umweltgüter nutzt, nimmt er Einfluss auf die entsprechenden Ökosysteme. Weil es sich bei Ökosystemen um komplexe, physikalisch-chemische Wechselwirkungssysteme handelt, die in vielen Dimensionen miteinander vernetzt sind, löst der menschliche Einfluss Rückkopplungsbeziehungen zwischen den Komponenten des genutzten Ökosystems aus. D. h. es kommt zu Reaktionen, die das ökologische Gleichgewicht der entsprechenden Ökosysteme stören.³ Inwieweit die Nutzung von Umweltgütern durch den Menschen Einfluss auf das ökologische Wechselwirkungssystem nimmt und inwiefern das ökologische Gleichgewicht eines Ökosystems dadurch beeinflusst wird, hängt jeweils von Art und Ausmaß der Nutzung ab.⁴ Tatsächlich greift der Mensch auf vielfältige Weise und in unterschiedlichen Ausmaßen in die natürlichen Wechselwirkungsbeziehungen ein, wenn er die von Ökosystemen hervorgebrachten Umweltgüter, die auch Ökosystemleistungen genannt werden, in Anspruch nimmt. Die natürlichen Umweltbedingungen nutzt der Mensch bspw. als Konsumgüter.⁵ So sind z. B. die regelmäßige Aufnahme von Wasser und Sauerstoff essentiell für das menschliche Überleben. Weniger elementar, aber dennoch nutzbringend genießt man möglicherweise den Blick auf das Moseltal, erwandert die drei Zinnen in den Dolomiten oder durchfährt die Wälder des Ruhrtals.⁶ Als Quelle von Rohstoffen

¹ Vgl. Weart, S. R. (2008): S. 141.

² Vgl. Schönwiese, Ch.-D. (2003): S. 34.

³ Vgl. Schönwiese, Ch.-D. (2003): S. 35.

⁴ Derzeit übersteigt die Intensität, mit der die Menschheit die vorhandenen Erdökosysteme nutzt, ein Niveau, das als langfristig tragfähig gelten könnte, so der Living Planet Report, vgl. WWF (2010). Der Report kommt zu dem Ergebnis, dass die Menschheit aktuell innerhalb eines Jahres eine Menge erneuerbarer Ressourcen (bspw. Biomasse oder Süßwasser) verbraucht, zu deren Produktion die Erdökosysteme rund 1,5 Jahre benötigen. Diese intensive Ressourcennutzung, in der die Abbau- über der Reproduktionsrate liegt, ist dauerhaft nicht durchhaltbar, da so das natürliche Produktivkapital der Erde aufgezehrt würde. Für eine Diskussion über die Bedeutung des Überschreitens der Grenzen einer nachhaltigen Nutzung von regenerierbaren Ressourcen und über die mögliche Lage solcher Grenzen siehe Meadows, D./Randers, J./Meadows, D. (2009): S. 9.

⁵ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 8.

⁶ Unabhängig von einer aktuellen konsumtiven Nutzung kann ein Umweltgut auch einen sog. Optionsnutzen stiften. Dies ist der Fall, wenn erwartet wird, dass ein Umweltgut zu einem späteren Zeitpunkt als Konsum- oder Produktionsgut genutzt werden kann. Und selbst das Wissen um die bloße Existenz von Tierarten, Pflanzen oder Flächen kann nutzenstiftend sein. Dies wird als Existenznutzen bezeichnet. Vgl. für einen Überblick über die verschiedenen Arten von Nutzen, die Umweltgüter stiften können, Goodstein, E. (2008): S. 143 f.

liefert die Umwelt u. a. auch Inputfaktoren für Produktionsprozesse, so etwa Minerale und Erze für die Güterproduktion, fossile Brennstoffe für die Energieerzeugung oder nährstoffreiche Böden für die Nahrungsmittelproduktion und die Weidewirtschaft.⁷ Schließlich ist die Umwelt auch als Aufnahmemedium oder „Senke“, gleichsam als Deponie für alle Arten von Abfällen und Schadstoffen nutzbar, für die sich keine weiteren Verwendungen mehr finden. Jene Abfälle und Schadstoffe werden dabei nicht zielgerichtet produziert, sondern sie entstehen als Kuppelprodukte bzw. zutreffender als Kuppel-„Übel“ bei der Verfolgung anderer ansonsten nutzenstiftender Produktions- oder Konsumaktivitäten. Insbesondere die Nutzung der Natur als Senke beinhaltet die Gefahr, dass dabei auch wohlfahrtsmindernde Effekte ausgelöst werden, denn der Eintrag von Schadstoffen in ein Ökosystem kann das dort herrschende biologische Wechselwirkungsgefüge negativ beeinflussen.⁸

Wird die Umweltqualität eines Umweltmediums durch Schadstoffeintrag negativ beeinträchtigt, spricht man von einer Schadstoffbelastung.⁹ Ob und in welchem Ausmaß infolgedessen wohlfahrtsmindernde Effekte auftreten, hängt von der Fähigkeit eines Umweltmediums ab, als Senke zur Aufnahme eines bestimmten Stoffes nutzbar zu sein, ohne dass es zu einer Veränderung einer vorherrschenden oder einer gewünschten Umweltqualität kommt. Diese sog. Assimilationskapazität hängt neben der Menge auch von der Dauer des Schadstoffeintrags ab. D. h., übersteigt innerhalb einer Periode die Immissionsmenge an Schadstoffen die Assimilationskapazität des Umweltmediums, kommt es zu Schädigungen. In diesem Fall sind die verschiedenen Nutzungsdimensionen eines Umweltgutes nicht unabhängig voneinander, sondern stehen in Konkurrenz zueinander. Das bedeutet, die Nutzung von Umweltgütern als Senke kann die Qualität desselben Umweltgutes in anderen Nutzungsdimensionen beeinträchtigen.¹⁰ Die Intensität der Konkurrenzbeziehung ist besonders groß, wenn der Schadstoffeintrag, der die Assimilationskapazität übersteigt, kumulative Schadenswirkungen mit sich bringt.

Das infolge bestimmter menschlicher Aktivitäten in die Erdatmosphäre emittierte Kohlenstoffdioxid (CO₂) gehört dort zu dieser Gruppe kumulierender Schadstoffe. Dieses Gas ist das Produkt einer physikalisch-chemischen Reaktion, wenn kohlenstoffhaltige Energieträger unter Sauerstoffzufuhr verbrannt werden. Dies geschieht etwa bei der Erzeugung von Wärme-, Pro-

⁷ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 10.

⁸ Probleme der Übernutzung von Umweltressourcen, die zu unmittelbaren Schädigungen Dritter führen, sind allgegenwärtig. Einen aktuellen Überblick über einige besonders schwerwiegende Umweltprobleme bietet die Studie von McCartor, A./Becker, D. (2010).

⁹ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 11. Der Zusammenhang zwischen dem Schadstoffausstoß, der sog. Emission, dem Schadstoffeintrag, der sog. Immission, und der dadurch ausgelösten Veränderung der Umweltqualität kann über eine Schadensfunktion abgebildet werden. Vgl. Siebert, H. (2005): S. 11. Das soll aber nicht bedeuten, dass sich der Wert dieser Qualitätsbeeinträchtigung ohne Weiteres objektiv in messbaren Einheiten bestimmen lässt. Schäden können auch in physikalischen Einheiten oder in anderen qualitativen Dimensionen beobachtet werden, ohne dass ihr ökonomischer Wert bestimmt worden ist, wie etwa das Aussterben einer unbekannten Spezies.

¹⁰ So verliert ein See offensichtlich an Badequalität, sobald er als Deponie für die Abwässer einer nahegelegenen Industrieanlage genutzt wird.

zess-, Bewegungsenergie und Elektrizität oder bei der Urbarmachung der mit Bäumen und anderen Pflanzen bedeckten Erdoberfläche mittels Brandrodung. CO₂ entsteht auch bei der Produktion von Gütern und der Umwandlung von kohlenstoffhaltigen Gütern in der Raffinerie-, Stahl-, Zement-, Glas-, Keramik-, Zellstoff- und Papierindustrie. Bei all diesen Aktivitäten wird die Umwelt, hier speziell die Erdatmosphäre, als Senke genutzt und damit zum Input der entsprechenden Produktions- und Konsumprozesse.¹¹ Dies stellt die Menschheit vor ein Problem: Weil die derzeitigen Emissions- und Immissionsmengen von CO₂ und anderen Treibhausgasen die Aufnahmekapazitäten der Erdatmosphäre übersteigen, hat ihre Nutzung als Deponie für Kohlendioxid und andere Treibhausgase weitreichende unerwünschte sozioökonomische und ökologische Folgen; eingelagert in der Atmosphäre, verfügen CO₂ und andere Treibhausgase nämlich über die Eigenschaft, das Erdklima und damit sämtliche Erdökosysteme zu beeinflussen.¹² Da weltweit Veränderungen des Klimas beobachtet werden können und diese Änderungen auf den Einfluss des Menschen zurückgeführt werden, wird davon gesprochen, dass sich ein anthropogener Klimawandel vollzieht.¹³

1.1 Die „globale Erwärmung“

Derzeit drückt sich der menschliche Einfluss auf das Klima in Form der „globalen Erwärmung“ aus. Damit wird die Klimaentwicklung beschrieben, die seit Mitte des 19. Jahrhunderts beobachtet werden kann: Der Vergleich der oberflächennahen Durchschnittstemperaturen der Erdatmosphäre zwischen dem Beginn der instrumentellen Wetteraufzeichnungen im Jahr 1860, gemessen als Durchschnitt der Jahre 1850 - 1899, und dem heutigen Zeitpunkt, gemessen als Durchschnitt der Jahre 2003 - 2012, ergibt eine Erhöhung um 0,78 °C.¹⁴ Verändert haben sich im Verlauf des 20. Jahrhunderts auch das Meeresspiegelniveau und die Ozeantemperaturen. Zwischen 1901 und 2010 ist das Meeresspiegelniveau durchschnittlich um rund 19 cm angestiegen.¹⁵ Die Wassertemperaturen des Oberflächenwassers haben sich um 0,11 °C erhöht.¹⁶ Dokumentiert ist zudem, dass im 20. Jahrhundert die Schneebedeckung der Nordhemisphäre abgenommen hat, und dass sich Gebirgsgletscher zurückgezogen haben.¹⁷ Die Aufzeichnungen höherer Luft- und Wassertemperaturen und die Beobachtungen eines steigenden Meeresspiegels sowie einer abnehmenden Schneebedeckung von Land- und Wasserflächen u. v. a. m. zeigen, dass die Energie-

¹¹ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 10.

¹² Vgl. IPCC (2013): S. 11 f.

¹³ Für eine Übersicht über den menschlichen Einfluss auf das Klimasystem vgl. IPCC (2013): S. 15 ff.

¹⁴ Vgl. IPCC (2013): S. 3.

¹⁵ Vgl. IPCC (2013): S. 9.

¹⁶ Vgl. IPCC (2013): S. 6.

¹⁷ Vgl. IPCC (2013): S. 7. Vgl. hierzu auch Houghton, J. (2009): S. 74.

menge im atmosphärisch-ozeanischen Zirkulationssystem zugenommen hat.¹⁸ Dies hat die Lebensbedingungen auf der Erde verändert und wird dies auch in Zukunft tun. So lassen sich in nahezu sämtlichen Ökosystemen Änderungen der klimatischen Rahmenbedingungen des Lebens und Anpassungsvorgänge infolge der Veränderung der Rahmenbedingungen beobachten.¹⁹

Wie stark sich das Klima in Zukunft aufgrund der anthropogenen Beeinflussung verändern wird, lässt sich nicht mit Sicherheit voraussagen. Prognosen über die voraussichtliche Entwicklung sind aufgrund der großen Zahl möglicher Einflussfaktoren auf die Treibhausgasemissionen mit einem hohen Unsicherheitsgrad behaftet. Da jede menschliche Aktivität – und sei es über die Atmung und den Stoffwechsel – mit dem Kohlenstoffkreislauf auf der Erde verknüpft ist, müsste eine Prognose der zukünftigen atmosphärischen Konzentration von Treibhausgasen ihrerseits eine Prognose aller relevanten Anwendungsbedingungen enthalten, und das hieße in diesem Fall sämtlicher menschlicher Verhaltensweisen.²⁰ Allein zur Bestimmung der zukünftigen Entwicklung der CO₂-Emissionen infolge der Verbrennung fossiler Rohstoffe müsste man die Bevölkerungsentwicklung, das wirtschaftliche Wachstum, einkommensabhängige Präferenzverschiebungen und Konsumveränderungen, die Entwicklung des Energieverbrauchs oder die Entwicklung neuer Energieerzeugungstechniken berücksichtigen, um nur einige der Einflussfaktoren zu nennen. Desweiteren verlaufen die einzelnen Entwicklungen nicht unabhängig voneinander.

Aufgrund des mit Prognosen verbundenen fundamentalen Informationsproblems werden stattdessen üblicherweise Szenarioanalysen vorgenommen. Darin werden mögliche und zugleich plausible Entwicklungen der genannten und anderer Parameter angenommen, die Einfluss auf die Menge der vom Menschen emittierten Treibhausgase nehmen. In den verschiedenen Szenarien werden die Parameter in unterschiedlicher Weise miteinander kombiniert, so dass diese jeweils für eine mögliche Gesamtentwicklung der menschlichen Produktions- und Konsumaktivitäten stehen. So gibt es Szenarien, in denen starkes wirtschaftliches Wachstum ohne regulierende Eingriffe unterstellt wird, was mit stark ansteigenden Emissionen verbunden

¹⁸ Für eine Auflistung der zu beobachtenden Klimaänderungen vgl. *IPCC (2013)*: S. 2 ff. In den vergangenen 15 Jahren hat sich der Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen verlangsamt. Die Wirkungsmechanismen, welche dieser Entwicklung zugrundeliegen, sind derzeit noch nicht geklärt. Es wird vermutet, dass interne Variabilitäten innerhalb des Klimasystems, wie bspw. eine verstärkte Aufnahme von Wärmeenergie durch die Ozeane und eine stärkere Konzentration an Aerosolen in der Atmosphäre, bedeutende Ursachen dafür darstellen. Vgl. *IPCC (2013)*: S. 13 und *Stocker, T. et al. (2013)*: S. 25 ff.

¹⁹ Veränderte Temperaturen, Niederschläge und Windsysteme haben bspw. Auswirkungen auf die Blütezeiten von Pflanzen und die Paarungszeiten von Tieren. Klimaänderungen beeinflussen Wachstumsphasen und Nahrungsmittelangebot, zwingen zu Wanderungen, Nahrungssubstitution und Verhaltensänderungen oder führen zur Elimination einzelner Spezies. Eine umfassende Übersicht über beobachtete Veränderungen der belebten und unbelebten Umwelt präsentiert *Houghton, J. (2009)*: S. 76 f.

²⁰ Bestimmt werden Änderungen der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen und der Stärke des Treibhauseffektes durch Austauschprozesse von Energie, Wasser und Stoffen zwischen den Erdsphären. Der Austausch von Kohlenstoff zwischen der Atmo-, Bio-, Hydro-, Kryo-, und Lithosphäre wird als Kohlenstoffkreislauf bezeichnet. Für eine Darstellung des Kohlenstoffkreislaufes siehe *Schönwiese, Ch.-D. (2003)*: S. 336.

ist, und solche mit ausgeprägtem technischen Fortschritt, in denen sich klimaschonende Techniken zügig verbreiten, was weniger stark ansteigende Emissionsmengen auslöst.²¹

Es bleibt zu betonen, dass in den Szenarioanalysen die Beeinflussung des Klimas durch den Menschen infolge angenommener menschlicher Aktivitäten abgebildet wird. Das bedeutet, dass sich die tatsächliche Klimaentwicklung von derjenigen in Szenarien unterscheiden wird. Denn erstens wird sich das tatsächliche menschliche Verhalten sehr wahrscheinlich vom angenommenen unterscheiden und zweitens werden auch in Zukunft nicht vorhersehbare natürliche Variabilitäten das Klima beeinflussen. Zweck der Szenarioanalyse ist allerdings auch nicht die Vorhersage zukünftiger Ereignisse, sondern die Vergegenwärtigung möglicher Folgen realistischer Weise anzunehmender zukünftiger menschlicher Aktivitäten.²²

In einer Vielzahl von Szenarien werden die für plausibel gehaltenen Entwicklungsmuster menschlicher Aktivitäten simuliert.²³ Ergebnissen der Szenarioanalysen des *IPCC* zufolge, ist mit einer Zunahme der durchschnittlichen Erdoberflächentemperaturen um 0,9 bis über 5,4 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau hinaus zu rechnen.²⁴

Da der Eingriff des Menschen in das Klimasystem den Austausch von Energie, Wasser und anderen Stoffen zwischen Atmo-, Bio-, Hydro-, Kryo-, und Lithosphäre beeinflusst und dadurch Änderungen innerhalb des komplexen Wechselwirkungssystems ausgelöst werden, kommt es zu Rückkopplungen innerhalb des Klimasystems. Das bedeutet, dass die Änderung der globalen Durchschnittstemperatur infolge der vom Menschen verursachten Erhöhung der Treibhausgaskonzentration sowohl die Folge dieser Veränderung eines Klimafaktors darstellt, als auch die Ursache für weitere Veränderungen von anderen Klimafaktoren ist.²⁵ Positive Rückkopplungen

²¹ Für einen Vergleich der Charakteristika häufig verwendeter Szenariotypen siehe *IPCC (2007)*: S. 13 ff. Hierin werden auch der unterschiedlich starke Einfluss der gesetzten Annahmen auf die sich einstellenden Treibhausgasemissionsniveaus und die davon ausgelösten Temperaturerhöhungen deutlich.

²² Siehe hierzu *Rahmstorf, S./Schellnhuber, H.-J. (2006)*: S. 47.

²³ Allein das *IPCC* hat im Jahr 2000 rund 40 solcher Analysen in einem Sonderbericht zusammengefasst; vgl. hierzu *IPCC (2000)*. In allen plausiblen Szenarien steigen dort die Kohlendioxidemissionen an.

²⁴ Vgl. *Stocker, T. et al. (2013)*: S. 75. Für die Beschreibung der verwendeten Szenariotypen siehe *Stocker, T. et al. (2013)*: S. 43 ff. Eine gemeinsame Grundlage für die Berechnung des Temperaturanstiegs in den verschiedenen Szenarien stellt die sog. Klimasensitivität der vom Menschen emittierten Treibhausgase dar. Die Klimasensitivität gibt an, wie sich die durchschnittliche Temperatur auf der Erde entwickelt, wenn sich die vorindustrielle Treibhausgaskonzentration auf 560 ppm verdoppeln würde. Eine solche Konzentrationssteigerung würde einen Strahlungsantrieb von rund 3,7 Watt/m² bedeuten. Vgl. *Houghton, J. (2009)*: S. 35. Ein Strahlungsantrieb in dieser Höhe hätte gemäß der Zusammenfassung des *IPCC* eine Temperaturerhöhung zur Folge, die zwischen 1,5 °C und 4,5 °C innerhalb eines Jahrhunderts läge. Vgl. *Stocker, T. et al. (2013)*: S. 46.

²⁵ In den Klimawissenschaften wird zwischen externen und internen Klimafaktoren unterschieden, um Faktoren, die lediglich auf das Klimasystem einwirken, von solchen zu trennen, die über Rückkopplungseffekte miteinander in Wechselwirkungen stehen. Vgl. *Schönwiese, Ch.-D. (2003)*: S. 317. Neben den extraterrestrischen Einflussfaktoren reagieren die Kontinentaldrift, die Gebirgsbildung und der Vulkanismus nicht in Wechselwirkung mit den übrigen internen Klimafaktoren. Folgende Klimafaktoren stehen in unmittelbarer Wechselwirkungsbeziehung zueinander: Waldbrände, Zusammensetzung der Erdatmosphäre, einschließlich Bewölkung, Zirkulation der Erdatmosphäre, Salzgehalt des

verstärken dabei eine angestoßene Klimaentwicklung.²⁶ Negative Rückkopplungsprozesse wirken in entgegengesetzter Richtung. Das unvollständige Wissen um die Funktionsweise von Rückkopplungsmechanismen und die Lage von Schwellen innerhalb des Klimasystems, deren Überschreiten Rückkopplungsprozesse auslöst, sind bedeutende Gründe für die Unsicherheit, mit der die Aussagen zur zukünftigen klimatischen Entwicklung behaftet sind. D. h., die Zukunft könnte sowohl schwächere als auch stärkere klimatische Änderungen mit sich bringen, als derzeit für wahrscheinlich gehalten wird. Allerdings liegen bislang keine belastbaren Hinweise auf mögliche, weltweit wirkende negative Rückkopplungsmechanismen vor, sodass ein in Art und Ausmaß schwächer ausfallender Klimawandel nicht begründet erwartet werden kann. Bewusst ist man sich hingegen der positiven Rückkopplungsmechanismen, zu deren Verständnis, insbesondere in Bezug auf die Stärke der Effekte und deren auslösende Faktoren, allerdings noch weiterer Forschungsbedarf besteht.²⁷

Trotz aller Unsicherheiten über die zukünftige Entwicklung, gilt es als sicher, dass eine vollständige Umkehr des Klimawandels innerhalb des 21. Jahrhunderts durch eine Reduzierung der Emissionsaktivitäten nicht mehr möglich ist; selbst ein sofortiger Stopp der Treibhausgasemissionen würde aufgrund der Trägheit der ozeanischen Zirkulation zu einem weiteren Anstieg der oberflächennahen Temperaturen führen, die zu den bereits gemessenen 0,78 °C seit 1850 hinzukommen.²⁸ Und trotz aller Unterschiede in den Parameterkonstellationen der Szenarioanalysen lässt sich als zusammenfassendes Ergebnis der durchgeführten Szenarioanalysen festhalten, dass ohne regulierende Maßnahmen, die den Einfluss des Menschen auf das Klimasystem einschränken, aus klimawissenschaftlicher Sicht bis zum Jahr 2100 ein erheblicher Anstieg der durchschnittlichen Erdoberflächentemperaturen erwartet werden kann.²⁹

1.2 Abrupte Klimaänderungen und Kipp-Punkte im Klimasystem

In jüngster Zeit werden zunehmend die Möglichkeit eines abrupten klimatischen Wandels und die Existenz von Kipp-Punkten innerhalb des Erdklimasystems und deren Bedeutung diskutiert.³⁰ Mit einem abrupten klimatischen Wandel ist eine Veränderung innerhalb des Klimasys-

Ozeans, Zirkulation des Ozeans, Eis- und Schneebedeckung, Vegetation sowie Albedo der Erdoberfläche. Vgl. *Schönwiese, Ch.-D. (2003)*: S. 318.

²⁶ Vgl. *Schönwiese, Ch.-D. (2003)*: S. 318.

²⁷ Vgl. *Gardiner, S. M. (2004)*: S. 568.

²⁸ Vgl. *Stocker, T. et al. (2013)*: S. 47.

²⁹ Vgl. hierzu u. a. *Rahmstorf, S./Schellnhuber, H.-J. (2006)*: S. 48.

³⁰ Vgl. *Weart, S. R. (2008)*: S. 137. Für eine umfassende Analyse der Möglichkeit eines abrupten Klimawandels siehe *CCSP (2008)*. Eingbracht in die naturwissenschaftliche Diskussion wurde die Schwelenthematik von *Broecker, W. S. (1989)*, der zugleich auf die damit einhergehenden bedrohlichen Folgewirkungen hinwies. „The upshot is, that we must take our greenhouse experiment more seriously.

tems gemeint, die sich innerhalb weniger Dekaden oder Jahre vollzieht, die mindestens einige Dekaden lang anhält und die in der Lage ist, extreme und irreversible klimatische Veränderungen nach sich zu ziehen.³¹ Dabei vollziehen sich die klimatischen Änderungen in einer Geschwindigkeit, dass die Anpassungsfähigkeit des Menschen daran überfordert werden kann.³² Grund für den abrupten Klimawandel kann das Auftreten nicht-linearer, abrupter Variationen eines Klimafaktors innerhalb des Klimasystems sein.³³ Auch wenn zur Klärung der exakten physikalisch-chemischen Zusammenhänge innerhalb des Klimasystems weitere Forschungsanstrengungen nötig sind, ist die Existenz von Kipp-Punkten innerhalb des Klimasystems in der Paläoklimatologie nachgewiesen worden.³⁴ Die rekonstruierten Daten zur Erdklimageschichte lassen den Schluss zu, dass es in der Vergangenheit mehrfach infolge temperaturbedingter Veränderungen in einzelnen Klimasubsystemen zu abrupten und extremen Klimaänderungen mit weltweiten Auswirkungen kam. Aufgrund ihres Ausmaßes und ihrer Geschwindigkeit würden diese, in den Klimaarchiven nachgewiesenen, abrupten Klimaschwankungen die Anpassungsfähigkeiten heutiger Gesellschaften überfordern, sollten sie heute noch einmal auftreten.³⁵

Zum derzeitigen klimawissenschaftlichen Kenntnisstand zählt erstens, dass abrupte Klimaänderungen charakteristisch für das Klimasystem sind. Zweitens reagieren sämtliche Elemente des Erdklimasystems, darunter insbesondere Ozeane, Atmosphäre, Kryosphäre und Biosphäre, mit starken Rückkopplungseffekten auf abrupte Klimaänderungen. Drittens steht eine Vielzahl der vergangenen abrupten Klimawechsel unmittelbar in Zusammenhang mit Temperaturveränderungen.³⁶ D. h., als ein Auslöser von abrupten Variationen eines Klimafaktors gilt das Überschreiten bestimmter Werte der globalen mittleren Erdtemperatur.³⁷ Da steigende Tempe-

Rather than treating it as a cocktail hour curiosity, we must see it as a threat to human beings and wildlife that can be resolved only by serious study over many decades", *Broecker, W. S. (1989): S. 22.*

³¹ Im Rahmen des US amerikanischen Climate Change Science-Programms wird ein abrupter Klimawandel wie folgt definiert: „A large scale change in the climate system that takes place over a few decades or less, persists (or is anticipated to persist) for at least a few decades, and causes substantial disruptions in human and natural systems.“ *CCSP (2008): S. 22.*

³² „one that takes place so rapidly and unexpectedly that human or natural systems have difficulty adapting to it.“ *NRC (2004): S. 564.*

³³ „Abrupt climate change can occur when the Earth system gets pushed across a threshold, whether by some sudden event like a massive volcanic eruption or by the accumulation of more gradual forces, or "forcings" on the system state [...]. The more rapid the forcing, the more likely it is that it will "flip a switch," causing an abrupt change on the time scale of human economies or global ecosystems.“, *NRC (2004): S. 564 f.*

³⁴ Vgl. hierzu *Meehl, G. A. (2007): S. 818.* Die entscheidenden Beweise wurden bereits in den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts gefunden. Vgl. *CCSP (2008): S. 20.*

³⁵ Vgl. *CCSP (2008): S. 7.*

³⁶ Für diese Auflistung vgl. *CCSP (2008): S. 20.* Insbesondere im Verlauf des ersten Jahrzehnts dieses Jahrhunderts konnten wichtige Erkenntnisfortschritte in Bezug auf Formen und Mechanismen vergangener abrupter Klimawechsel erzielt werden, die unter anderem das Verständnis der dynamischen Zusammenhänge bei temperaturbedingten Veränderungen von Land- und Meereisflächen sowie Gletschern verbessert haben. Vgl. *CCSP (2008): S. 8.*

³⁷ Vgl. *Mäder, C. (2008): S. 4.*

peraturen infolge der menschlichen Beeinflussung des Klimasystems erwartet werden, besteht auch die Gefahr, dass es in Zukunft zu einem abrupten Klimawandel kommt.

Als unumkehrbare Prozesse, die infolge des Überschreitens von Temperaturschwellen in besonders temperatursensiblen Subsystemen des Erdklimasystems ausgelöst werden, gelten u. a.:

- das Schmelzen des arktischen Meereises,
- das Abschmelzen der Landeismassen Grönlands und des westantarktischen Eisschildes,
- das Auftauen arktischer Permafrostböden oder
- die Abschwächung des Nordatlantikstromes.³⁸

Diesen beispielhaft aufgezählten Einzelereignissen ist gemein, dass das Überschreiten der entsprechenden temperatursensiblen Kipp-Punkte nicht nur die betreffenden regionalen Ökosysteme maßgeblich verändert, sondern dass das Erdklimasystem insgesamt sehr stark beeinflusst und die Dynamik eines klimatischen Wandels deutlich verschärft werden würde. Das Schmelzen des arktischen Meereises würde bspw. zu einer signifikanten Verringerung des Albedo-Effektes auf der Erdoberfläche und damit zu einer Erhöhung der absorbierten Menge Sonnenenergie innerhalb des Erdklimasystems führen. Wenn die Eisschilde Grönlands und der Westantarktis abschmelzen sollten, würde den Ozeanen eine Menge Wasser zugefügt, die den Meeresspiegel im ersten Fall um sieben und im zweiten Fall um sechs Meter ansteigen lassen können.³⁹ Da die Permafrostböden in den subarktischen Gebieten annähernd ein Viertel des in Böden gespeicherten Methans beinhalten, gilt ihr Auftauen als ein äußerst bedeutsamer positiver Rückkopplungseffekt innerhalb des Erdklimasystems.⁴⁰ Die Abschwächung der thermohalinen Zirkulation im nördlichen Atlantik würde insbesondere für Europa zu deutlich kühleren Durchschnittstemperaturen führen, die sich abrupt einstellen.⁴¹ Da die Meeresströmungen über die ozeanische Zirkulation miteinander verknüpft sind, käme es in der Folge aber auch weltweit zu Veränderungen des Klimas.⁴² Ein Zusammenbruch der thermohalinen Zirkulation im Nord-Ost-Atlantik, was das Versiegen des Nordatlantikstromes bedeutet, wird ab einer

³⁸ Vgl. *Mäder, C. (2008): S. 4* und *CCSP (2008): S. 7*. Für eine naturwissenschaftliche Beschreibung von Nicht-Linearitäten innerhalb des Klimasystems siehe *Steffen, W. et al. (2004)* sowie die Auflistung von *Warren, R. (2006): S. 101 ff.* Neben den aufgezählten Ereignissen wird ab bestimmten Temperaturschwellen auch mit dem Zusammenbruch ganzer Ökosysteme, wie den tropischen Regenwäldern, einem massiven Artensterben oder der Verlagerung des Süd-Ost-Asiatischen Monsuns gerechnet.

³⁹ Vgl. *Rahmstorf, S./Schellnhuber, H.-J. (2006): S. 64 f.*

⁴⁰ Vgl. *Mäder, C. (2008): S. 15.*

⁴¹ In diesem Zusammenhang verweist u. a. *Mäder, C. (2008): S. 9* darauf, dass die mögliche Abkühlung dem Erwärmungstrend des anthropogenen Klimawandels entgegenwirken und sich diese Effekte möglicherweise gegenseitig aufheben würden. Da aber der Abkühlungseffekt schneller abläuft als der Erwärmungstrend käme es kaum zu einer zeitlichen Übereinstimmung. Die potenziell Schaden auslösende Klimaveränderung an sich wechselt dann lediglich mehrfach das Vorzeichen, vgl. für eine ähnliche Auffassung *Gardiner, S. M. (2004): S. 559 i. V. m. S. 563.*

⁴² Vgl. hierzu *Broecker, W. S. (1997): S. 1585.*

Temperaturerhöhung von 3 °C über einen Zeitraum von 100 Jahren für möglich gehalten.⁴³ Ausgedrückt in Einheiten atmosphärischer Treibhausgaskonzentrationen könnte dieser Zusammenbruch ab einer Konzentration von 700 ppm CO₂ in der Atmosphäre erfolgen.⁴⁴ Der westantarktische Eisschild könnte abzuschmelzen beginnen, wenn die globalen Durchschnittstemperaturen um mehr als 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau ansteigen.⁴⁵ Mit dem Beginn des Abschmelzens des grönländischen Eisschildes wird bereits ab globalen Temperaturerhöhungen um 1 °C gegenüber vorindustriellem Niveau gerechnet.⁴⁶ Global gesehen wird ab einer Erwärmung um mehr als 2 °C damit gerechnet, dass es weltweit zum Zusammenbruch von Ökosystemen kommt, und es wird vermutet, dass das Überschreiten dieser Temperaturschwelle weltweit ein hohes Risiko für das Auftreten von Extremwetterereignissen mit sich bringen wird. Außerdem wird befürchtet, dass ab dieser Temperaturschwelle positive Rückkopplungsprozesse innerhalb des Klimasystems angestoßen werden, die über Jahrtausende unumkehrbar wären.⁴⁷

Da das Wissen um die Funktionsweise abrupter Klimaänderungen noch unsicher ist und die Lage der Kipp-Punkte in den Subsystemen des Klimasystems derzeit noch nicht exakt bestimmt werden kann oder angenommen wird, dass sie erst nach dem 21. Jahrhundert überschritten werden, ist das Entstehen plötzlicher Klimaschwankungen in vielen Modellprojektionen des Klimawandels für das 21. Jahrhundert nicht enthalten. Im aktuellen *IPCC*-Bericht wird etwa darauf hingewiesen, dass ein abrupter Klimawandel zwar für möglich gehalten, die Wahrscheinlichkeit jedoch, dass es im Verlauf des 21. Jahrhunderts dazu kommt, als gering angesehen wird.⁴⁸ Wenn mit der Überschreitung einzelner Temperatur- und Treibhausgaskonzentrations-schwellen aber abrupte Klimaänderungen verbunden sind, unumkehrbare Prozesse angestoßen werden oder sich erst in langer Frist stark auswirkende Klimaänderungen einstellen, bedeutet ihre Nicht-Berücksichtigung, dass das mögliche Ausmaß des anthropogenen Klimawandels systematisch unterschätzt wird.⁴⁹ In Überlegungen zur Bestimmung der Vorteilhaftigkeit verschiedenartiger Reaktionen auf den anthropogenen Klimawandel werden dann gegebenenfalls not-

⁴³ Vgl. O'Neil, B./Oppenheimer, M. (2002): S. 1972.

⁴⁴ Vgl. Schneider, S. H./Lane, J. (2006): S. 16. Wobei in den verschiedenen Studien unterschiedliche Ausprägungen der möglichen Klimasensitivität verwendet werden.

⁴⁵ Vgl. O'Neil, B./Oppenheimer, M. (2002): S. 1972. Als mögliche Bandbreite werden globale Durchschnittstemperaturen von 2 - 4 °C angegeben oder Treibhausgaskonzentrationen von mehr als 550 ppm CO_{2eq} genannt; vgl. Schneider, S. H./Lane, J. (2006): S. 16.

⁴⁶ Vgl. Hansen, J. (2004): S. 75. Der Schmelzvorgang kann sich dabei, in Abhängigkeit von der tatsächlichen Temperaturerhöhung, um über mehr als 1000 Jahre vollziehen. Vgl. Lowe, J. A. (2006): S. 35.

⁴⁷ Vgl. Smith, J. B. et al. (2009): S. 4. Festzuhalten ist an dieser Stelle allerdings, dass das Wissen um die Lage von Temperatur- und Treibhausgaskonzentrationsschwellen noch unsicher ist. Mit dem Ziel, die großen Unsicherheitsbereiche der naturwissenschaftlichen Aussagen zu reduzieren, müssten größere wissenschaftliche Anstrengungen zur Identifizierung solcher Schwellen erfolgen. Vgl. Weitzman, M. L. (2007): S. 704. Theoretische Erläuterungen und Übersichten zur Ermittlung der Lage von temperatursensiblen Schwellen und der menschlichen Klimabeeinflussung, die ein Überschreiten der entsprechenden Schwellen wahrscheinlich werden lassen, siehe Steffen, W. et al. (2004).

⁴⁸ Vgl. Stocker, T. et al. (2013): S. 35 ff.

⁴⁹ Vgl. Broecker, W. S. (1997): S. 1585.

wendige Anpassungs- oder Vorsorgemaßnahmen nicht berücksichtigt, obwohl sie als eine Form der Realversicherung gegenüber abrupten Klimaänderungen wirken könnten.⁵⁰ Auch wenn das Maß an Unsicherheit bzgl. der regionalen Auswirkungen solcher abrupten Klimawechsel beträchtlich ist, bietet der Stand wissenschaftlicher Kenntnis keine Anhaltspunkte, dass es sich dabei um ein aus menschlicher Sicht vernachlässigbares Phänomen handelt.⁵¹ Werden in den Subsystemen des Erdklimasystems temperatursensible Kipp-Punkte überschritten, wenn die atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen bestimmte Schwellen überschreiten, finden die beschriebenen Auswirkungen eines klimatischen Wandels nicht nur zügiger statt, sondern fallen auch gravierender aus, weil die Gefahr besteht, dass die Anpassungsfähigkeiten des Menschen daran überfordert werden.

1.3 Auswirkungen des Klimawandels auf menschliche Gesellschaften

Für den Fall, dass auf Basis des bisherigen klimawissenschaftlichen Kenntnisstandes die Funktionsweise des Klimasystems zutreffend beschrieben wird, sieht sich die Menschheit im Laufe des 21. Jahrhunderts einer Temperaturerhöhung gegenüber, wie sie sich zuletzt zum Ende der letzten Eiszeit ereignet hat.⁵² Seitdem herrschen, global gesehen, nicht nur relativ konstante Durchschnittstemperaturen vor, auch haben sich in dieser Zeit die Klimazonen auf der Erde als recht stabil erwiesen.⁵³ Für die Entwicklung der Menschheit hatten und haben diese stabilen Lebensbedingungen eine besondere Bedeutung.⁵⁴ Die relative klimatische Stabilität des Holozäns wird nämlich als ein entscheidender Faktor für die Sesshaftwerdung des Menschen und die Ausbildung komplexer menschlicher Gesellschaftssysteme angesehen.⁵⁵ Infolge der Anpassung an die relativ stabilen klimatischen Verhältnisse sind weltweit menschliche Gesellschaften mit ausdifferenzierter Arbeitsteilung und einem hohen Spezialisierungsgrad entstanden.⁵⁶ Die Anpassung betrifft z. B. die regionale Auswahl und Anpassung von Kulturpflanzen und Nutzvieh, die Aus-

⁵⁰ Vgl. Broecker, W. S. (1997): S. 1588.

⁵¹ Vgl. Gardiner, S. M. (2004): S. 569.

⁵² Vgl. Kap. 1.1.

⁵³ Vgl. Malberg, H. (2007): S. 301.

⁵⁴ Das bedeutet freilich nicht, dass diesem Zeitalter auch aus erdgeschichtlicher Perspektive eine besondere Bedeutung zukommt. So gab es beispielsweise zuletzt vor 420.000 Jahren eine klimatisch ähnlich stabile Zeit. Vgl. Petit, J. R. et al. (1999): S. 434. Der moderne Mensch aber hat sich erst vor etwa 200.000 Jahren entwickelt und somit unter den früheren stabilen Klimabedingungen, die mit dem Holozän vergleichbar sind, nicht gelebt. Vgl. Gardiner, S. M. (2004): S. 558.

⁵⁵ Vgl. Petit, J. R. et al. (1999): S. 435.

⁵⁶ Die Abhängigkeit der Land- und Weidewirtschaft von stabilen Klimaverhältnissen wird an Produktivitätsrückgängen deutlich, die auftreten, wenn sich die durchschnittlichen Temperaturen verändern. Im Verlauf der „kleinen Eiszeit“ zwischen 1300 und 1700 n. Chr., in der es durchschnittlich etwa 1,5 °C kühler als heute war, kam es zu dramatischen Produktivitätsrückgängen infolge der Absenkung der Durchschnittstemperaturen. Vgl. Malberg, H. (2007): S. 313.

wahl und Ausdehnung von Siedlungsgebieten, die Anpassung der Bevölkerungsgröße an gegebene regionale Klimaverhältnisse und die Festlegung von Gesellschafts- bzw. Staatsgrenzen.

Die Nutzungsmöglichkeiten, die Ökosysteme und Nutzlandschaften dem Menschen bieten, hängen von den klimatischen Bedingungen ab, unter denen sie entstanden sind, daher verändern sich Nutzungsmöglichkeiten, wenn sich die klimatischen Bedingungen wandeln. Klimatisch bedingte Änderungen formen dabei seit jeher die Lebensräume der Tier- und Pflanzenwelt und rufen Anpassungsreaktionen innerhalb der Biosphäre hervor. Denn indem sich Klimabedingungen verschieben, ändern sich auch die an bestimmte klimatische Verhältnisse angepassten erfolgreichen evolutorischen Strategien. Solche Pflanzen- und Tierarten, die sich schlechter an sich ändernde Rahmenbedingungen anpassen können, sterben aus, anpassungsfähigere breiten sich aus, neue Arten entstehen.⁵⁷

Seit dem Entstehen komplexer Gesellschaftsstrukturen ist bei klimatischen Veränderungen nicht nur mit Rückwirkungen und den entsprechenden Anpassungsvorgängen, auf die Tier- und Pflanzenwelt zu rechnen, sondern auch mit Auswirkungen auf soziokulturelle und ökonomische Strukturen. Der ökonomische Wert der Ökosysteme, die der Mensch zu Konsum- und Produktionszwecken nutzt, und der Wert der soziokulturellen und ökonomischen Strukturen können infolge klimatischer Veränderungen geschmälert oder zerstört werden. Insbesondere das vom Menschen im Zeitraum des Holozäns geschaffene Kapital und die komplexen gesellschaftlichen Strukturen haben „Verlustpotenzial“. So können etwa die sich in steigender Effizienz der landwirtschaftlichen Produktion und der Viehhaltung ausdrückenden Züchtungserfolge bei domestizierten Tier- und Pflanzenarten gefährdet sein, wenn sich die Bedingungen, unter denen sie optimiert worden sind, verändern. Dabei steigt der zu erwartende Schaden an, je besser die Züchtungserfolge unter gegebenen Klimabedingungen waren. Je größer der Sach- und Sozialkapitalstock ist, desto größer ist auch das Verlustpotenzial, mithin das mögliche Ausmaß der Schä-

⁵⁷ Auch die evolutorische Entwicklung des Menschen ist von seiner Fähigkeit abhängig, sich auf unterschiedliche klimatische Bedingungen einstellen zu können. So wird die Verdrängung des *homo neanderthalensis* durch den modernen Menschen mit Beginn des Jungpaläolithikums vor etwa 40.000 Jahren auch mit der besseren Anpassungsfähigkeit des *homo sapiens* an Klimaveränderungen begründet; vgl. *Malberg, H. (2007): S. 306.*

den eines Klimawandels, etwa infolge unvorhersehbarer oder extremer Wetterereignisse⁵⁸ oder infolge der Auswirkungen stetiger Klimaveränderungen.⁵⁹

Den weitreichenden soziokulturellen und ökonomischen Folgen eines sich vollziehenden anthropogenen Klimawandels werden sich die betroffenen Gesellschaften kaum entziehen können. Denn im Gegensatz zur vorgeschichtlichen Zeit, in der das nomadische Leben als Jäger und Sammler bei Klimaänderungen stets die Möglichkeit bot, abzuwandern und weniger ertragreiche Jagdgründe zugunsten reichhaltigerer aufzugeben, ist die Bindung an einen Lebensraum das charakteristische Merkmal der Sesshaftwerdung. Käme es heutzutage zu klimabedingten Völkerwanderungen dürften gravierende negative Folgewirkungen ausgelöst werden und womöglich würde es zum Zusammenbrechen komplexer Gesellschaftstrukturen kommen. Denn schließlich ist die feste Erdoberfläche, bis auf wenige Ausnahmen wie etwa der Antarktis, nahezu vollständig „territorialisiert“, d. h. unter der Kontrolle von in Staaten organisierten menschlichen Gesellschaften.⁶⁰

Die indirekten und direkten Folgen von Klimaänderungen erfordern daher vom Menschen die Planung und Durchführung von Anpassungsstrategien, um das Ausmaß klimabedingter Schädigungen abzumildern.⁶¹ Solche Anpassungserfordernisse an sich sind nicht ungewöhnlich. Während der gesamten Zeitdauer der Menschheitsgeschichte waren Menschen extremen atmosphärischen Ereignissen wie starkem Frost und großer Hitze, sintflutartigen Niederschlägen, Überschwemmungen, Stürmen, Zyklonen, Dürren und sogar Eiszeiten ausgesetzt.⁶² Und auch innerhalb des für die Menschheit so bedeutenden Holozäns gab es häufiger Temperaturschwankungen.⁶³ Ein Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperaturen, wie er im Rahmen der vom

⁵⁸ In diesem Sinne können die Schadensberichte der deutschen Sach- und Rückversicherer interpretiert werden, die bereits heute von einem Anstieg der mit Naturkatastrophen verbundenen Aufwendungen berichten. Ursachen dieser gestiegenen Schadenshöhen können sowohl ein gestiegener Kapitalstock als auch das vermehrte Auftreten extremer Wetterereignisse sein. Beides ist beobachtbar; vgl. hierzu bspw. die Publikationen der *Münchener Rück Stiftung (2010)* und von *Allianz/World Wildlife Fund (2006)*. Bei einem andauernden klimatischem Wandel wird mit einer Zunahme des Auftretens von Extremwetterereignissen gerechnet und damit auch mit dem vermehrten Auftreten daraus entstehender Schädigungen; vgl. *Meehl, G. A. et al. (2007)*: S. 783. Die entsprechenden Schadenssummen, welche Versicherer erstatten müssen, können für die Schätzung der entsprechenden Wohlfahrtsverluste herangezogen werden.

⁵⁹ Hierzu zählen bspw. Nutzenverluste, die mit dem Meeresspiegelanstieg und der erwarteten Küstenerosion, der Veränderung landwirtschaftlicher Erträge oder der abnehmenden Biodiversität einhergehen. Eine zusammenfassende Übersicht auch weiterer Klimafolgen bieten *Parry, M. L./Canziani, O./Palutikof, J. et al. (2007)*.

⁶⁰ Vgl. hierzu die Publikation von *Cline, W. R. (1992)*.

⁶¹ Eine Betrachtung möglicher Maßnahmen zur Anpassung an den klimatischen Wandel erscheint m. E. im Rahmen dieser Arbeit nicht zweckmäßig. Sie dürfte nämlich von unüberschaubarem Umfang werden, da prinzipiell jede Reaktion auf veränderte Wetterbedingungen, vom Kauf eines neuen Paares Gummistiefel angefangen bis zur Unterkellerung von Gebäuden zum Schutz der Bewohner vor größerer Hitze, darunter subsummiert werden müsste.

⁶² Vgl. *Weischet, W./Endlicher, W. (2008)*: S. 295.

⁶³ Für einen Überblick über die Klimaentwicklung im Holozän vgl. *Schönwiese, Ch.-D. (1995)*: S. 112 oder *Houghton, J. (2009)*: S. 88 ff.

Menschen verursachten globalen Erwärmung erwartet wird, lässt sich jedoch aus den Klimaarchiven des Holozäns nicht herauslesen. Und auch die Geschwindigkeit des ausgelösten Wandels ist innerhalb dieses Zeitraumes einzigartig. Ausgehend vom Höhepunkt der letzten Eiszeit vor rund 18.000 Jahren bis zum Beginn des Holozäns vor rund 10.000 Jahren betrug der durchschnittliche Temperaturanstieg pro Jahrhundert $+0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Der Temperaturanstieg während des 20. Jahrhunderts verlief mit $+0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ bereits dreimal so schnell.⁶⁴ Und die befürchtete Erwärmung um über $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ innerhalb des 21. Jahrhunderts, sollte der Treibhausgasausstoß sich ungebremsst weiterentwickeln, würde 30-mal so schnell ablaufen. Der erwartete Temperaturanstieg innerhalb des 21. Jahrhunderts ist für die Kürze der Zeit extrem und im Niveauanstieg mit dem Temperaturwechsel zwischen einer Eis- und einer Zwischeneiszeit vergleichbar. Dies wird die Anpassungsfähigkeit vieler lebender Organismen vor größte Herausforderungen stellen. Und auch für den Menschen ist der anthropogene Klimawandel aufgrund seiner Geschwindigkeit und seines Ausmaßes außergewöhnlich. Die Auswirkungen der globalen Erwärmung werden menschliche Gesellschaften weltweit mit Veränderungen der Lebensbedingungen konfrontieren, denen die Menschheit seit der Sesshaftwerdung nicht gegenüberstand.⁶⁵ Im Rahmen der aktuellen globalen Erwärmung stellt die Anpassung an sich verändernde Klimabedingungen allerdings nicht die einzig verbliebene Handlungsoption dar. Vielmehr besteht die Möglichkeit, das Ausmaß des klimatischen Wandels und damit auch dessen Folgen einzudämmen.

1.4 Vermeidung als Handlungsoption

Langfristig, d. h. in Zeiträumen von Jahrhunderttausenden und Jahrmillionen, wird das Klima maßgeblich von den extraterrestrischen Klimafaktoren und der Geotektonik bestimmt, die vom Menschen nicht beeinflussbar sind. Kurzfristig jedoch, d. h. im Zeitraum von Jahrzehnten bis Jahrhunderten, gibt es eine Vielzahl von Vorgängen, die klimatische Veränderungen zur Folge haben können. Auf diese Vorgänge innerhalb des Klimasystems nimmt der Mensch in zunehmendem Maße Einfluss, weshalb auch der Mensch als ein Klimafaktor angesehen werden kann.⁶⁶ Von entscheidender Bedeutung ist, dass der Mensch die chemische Zusammensetzung der Erdatmosphäre verändert. Dies ist vornehmlich darauf zurückzuführen, dass der Mensch fossile Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas und Kohle verbrennt, um Energie zu erzeugen.⁶⁷ Als Folge dieser Verbrennungsprozesse gelangt der Kohlenstoff, der in den fossilen Brennstoffen enthalten ist, zurück in die Atmosphäre, nachdem er mehrere Millionen Jahre in Erd- und Gesteinsschichten

⁶⁴ Vgl. Houghton, J. (2009): S. 88.

⁶⁵ Vgl. Houghton, J. (2009): S. 14.

⁶⁶ Vgl. Schönwiese, Ch.-D. (2003): S. 34. Vgl. hierzu auch Weischet, W./Endlicher, W. (2008): S. 306 ff. oder Malberg, H. (2007): S. 320 f.

⁶⁷ 75 % der anthropogenen CO₂-Emissionen gehen auf die Verbrennung der fossilen Rohstoffe zurück. Vgl. Houghton, J. (2009): S. 38.

eingelagert war. Im Fall der Verbrennung von Steinkohle etwa, die zu großen Teilen aus der Vegetation der Karbonzeit entstanden ist, wird Kohlenstoff freigesetzt, der zuletzt vor rund 290 bis 360 Millionen Jahren Bestandteil der Erdatmosphäre war.⁶⁸ Die Freisetzung erfolgt dabei in einem Bruchteil der Zeitspanne, in welcher die damalige Pflanzenwelt der Atmosphäre allmählich den Kohlenstoff zum Aufbau ihrer organischen Substanz entzog.⁶⁹ So ist es seit Beginn der Industrialisierung in der Mitte des 18. Jahrhunderts zu einem Anstieg der atmosphärischen Kohlendioxidkonzentration um rund 141 % auf 393 ppm im Jahr 2012 gekommen. Die Methankonzentration ist im selben Zeitraum um 260 % auf 1819 ppb gestiegen und die Konzentration von Distickstoffoxid um 20 % auf 325 ppb.⁷⁰

In der Atmosphäre wirken die Treibhausgase ähnlich wie die Glasscheiben eines Gewächshauses. Sie sind durchlässig für das auf die Erde treffende kurzwellige Sonnenlicht, hingegen absorbieren sie jeweils bestimmte Wellenlängen der infraroten Abstrahlung der Erde.⁷¹ Damit beeinflussen Treibhausgase die sog. Energiebilanz der Erde.⁷² Der Treibhauseffekt beschreibt den Wirkungszusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung der Erdatmosphäre und der globalen Erdmitteltemperatur.⁷³ Die Stärke des Treibhauseffektes hängt von der Bestandsgröße „atmosphärische Treibhausgaskonzentration“ ab. Aufgrund der Emission von Treibhausgasen durch den Menschen, einer Stromgröße, kommt es in der Atmosphäre zu einem Anwachsen der Treibhausgaskonzentration und damit zu einer Verstärkung des Treibhauseffektes der Erdatmosphäre. Der Zusammenhang zwischen Änderungen der Treibhausgaskonzentration und der dadurch ausgelösten Beeinflussung der Energiebilanz der Erde wird als Klimasensitivität bezeichnet. Sie gibt an, um wie viel Grad Celsius sich die Durchschnittstemperatur der Erde verändert, wenn sich, infolge eines Anstiegs der Treibhausgaskonzentrationen, die von der Erde abgestrahlte Energiemenge um ein Watt/m² erhöht.⁷⁴ Der Strahlungsantrieb, d. h. der Einfluss

⁶⁸ Vgl. Flannery, T. (2007): S. 95.

⁶⁹ So entspricht bspw. die Energiemenge, die im Jahr 1997 produziert worden ist, jener Menge Sonnenenergie, die über einen Zeitraum von über 400 Jahren durch Pflanzen und Phytoplankton aufgenommen worden ist. Vgl. Dukes, J. S. (2003): S. 41. Über einen entsprechenden Zeitraum erfolgte die Assimilation von atmosphärischem Kohlenstoff.

⁷⁰ Vgl. WMO (2013): S. 2.

⁷¹ Vgl. Weischet, W./Endlicher, W. (2008): S. 76 f.

⁷² In einer solchen Energiebilanz wird die Menge eintreffender solarer Strahlungsenergie der Menge von der Erde abgehender Strahlung gegenübergestellt. Als Maß wird dabei üblicherweise die Einheit Watt pro Quadratmeter (Watt/m²) gewählt. Mit Hilfe der Energiebilanz ist es möglich, die durchschnittliche Oberflächentemperatur der Erde zu bestimmen. Vgl. Schönwiese, Ch.-D. (2003): S. 122.

⁷³ Ausgedrückt in Temperatureinheiten bewirkt der Treibhauseffekt der Erdatmosphäre eine Erhöhung der Erdmitteltemperatur um 33 °C; nämlich von -18 °C (wenn es keine Atmosphäre gäbe) auf den heutigen mittleren Wert von ca. 15 °C. Vgl. Weischet, W./Endlicher, W. (2008): S. 79, Klose, B. (2008): S. 159 oder Houghton, J. (2009): S. 20.

⁷⁴ Vgl. Rahmstorf, S./Schellnhuber, H.-J. (2006): S. 42. Damit stellt die Klimasensitivität, in Bezug auf die Art, wie verschiedene Größen miteinander in Verbindung gesetzt werden, das klimawissenschaftliche Pendant zu der in den Wirtschaftswissenschaften bekannten Elastizität dar.

der verschiedenen Treibhausgase auf die Energiebilanz der Erde ist dabei unterschiedlich groß.⁷⁵

Insofern es zutrifft, dass die vom Menschen zu verantwortenden Treibhausgasemissionen eine bedeutende Ursache für den sich vollziehenden Klimawandel darstellen, bietet sich als Reaktion auf den anthropogenen Klimawandel nicht nur die Anpassung daran an, sondern auch die Durchführung von Vermeidungsmaßnahmen.⁷⁶ Ziel von Vermeidungsmaßnahmen ist, den weiteren Anstieg der globalen Erdmitteltemperatur zu begrenzen, um damit das Ausmaß möglicher klimatisch bedingter Schädigungen zu reduzieren bzw. diese, soweit möglich, ganz zu verhindern.⁷⁷ In der öffentlichen Diskussion wird dieser Zusammenhang mit dem Begriff „Klimaschutz“ bezeichnet. Damit sich eine unerwünscht hohe globale Erdmitteltemperatur nicht einstellt, ist es erforderlich, dass die Bestandsgröße „atmosphärische Treibhausgaskonzentration“ eine bestimmte Höhe nicht überschreitet. Da es derzeit technisch nicht möglich ist, die Bestandsgröße direkt zu beeinflussen, d. h. Kohlendioxid oder andere Treibhausgase gezielt aus der Atmosphäre zu entfernen, bleibt als Ansatzpunkt für Vermeidungsstrategien die Stromgröße der Treibhausgasimmission. Die Reduzierung der Treibhausgasimmissionen kann auf unterschiedlichen Wegen erfolgen, die jeweils mit spezifischen Kosten der Vermeidung verbunden sind. Eine Möglichkeit stellt die Senkung der Treibhausgasemissionen dar. Hierzu könnte etwa Konsumverzicht geleistet werden. Dabei fielen insbesondere Opportunitätskosten der nicht durchgeführten Konsumhandlungen an und es käme zu einer entsprechenden Absenkung des derzeitigen Produktions- und Konsumniveaus.⁷⁸ Eine weitere Möglichkeit zur Senkung der Treibhausgasemissionen ist die Steigerung der Energieeffizienz. Um ein gegebenes Konsumniveau bei geringerem Energieeinsatz aufrechterhalten zu können, wäre es notwendig, Kapital zur Verminderung der Energieintensität je Output-Einheit zu investieren. Schließlich ist es für eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen auch möglich, den Durchsetzungsgrad des Stands der Technik in der Energieerzeugung und -verwendung zu erhöhen oder neuartige emissionsarme Techniken zu entwickeln, um die Kohlenstoffintensität der Produktion, d. h. den Treibhausgasausstoß pro Output-

⁷⁵ Von den 33 °C wärmeren Erdmitteltemperaturen, die der Treibhauseffekt insgesamt bewirkt, werden dem Wasserdampf 20,6 °C (62 %), dem Kohlendioxid 7,2 °C (22 %), dem troposphärischen Ozon 2,4 °C (7 %), dem Distickstoffmonoxid 1,4 °C (4 %), dem Methan 0,8 °C (2,5 %) und den Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) 0,6 °C (2,5 %) zugerechnet. Vgl. *Klose, B. (2008): S. 27*. Der unterschiedliche Einfluss der verschiedenen Treibhausgase auf den gesamten Treibhauseffekt ist dabei nicht nur auf deren unterschiedliche atmosphärische Konzentration zurückzuführen, sondern auch auf deren unterschiedlich ausgeprägte Eigenschaft, Strahlung zu absorbieren. Vgl. *Weisheit, W./Endlicher, W. (2008): S. 75*.

⁷⁶ Anpassung und Vermeidung sind dabei nicht als sich ausschließende Alternativen zu verstehen, schon allein deshalb nicht, weil aufgrund der relativen Trägheit der ozeanischen Zirkulation bereits angestoßene Erwärmungsentwicklungen nicht rückgängig gemacht werden können, vgl. *Klein, R. J. T./Huq, S. (2007): S. 748*.

⁷⁷ Vgl. *Barker, T. et al. (2007): S. 33*.

⁷⁸ Als Beispiel könnte man hier den Verzicht auf Flugreisen zum Preis einer innerstädtischen Taxifahrt erwähnen, zu dem am Wochenende verschiedenste europäische Großstädte angeflogen werden können.

Einheit zu verringern; auch hierzu wären Kapitalinvestitionen notwendig.⁷⁹ Neben diesen Möglichkeiten der Senkung der Treibhausgasemissionen stellt die Erhöhung der vom Menschen beeinflussbaren Absorptionsrate von CO₂ eine weitere Option dar, um die Treibhausgasimmissionen in die Atmosphäre zu reduzieren. D. h. mittels Wiederherstellung von Wäldern oder Erstaufforstung könnte die Fähigkeit der Biosphäre, atmosphärischen Kohlenstoff zu binden, erhöht werden.⁸⁰

Weil die Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen Kosten verursacht, sind sie nicht per se vorteilhaft und unumstritten. Kritiker der Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen verweisen – unabhängig vom auslösenden Klimafaktor – üblicherweise auf die Entwicklung des Klimas im Laufe der Erdgeschichte und damit auf die Unabwendbarkeit klimatischer Veränderungen im Zeitablauf.⁸¹ Betont wird in diesem Zusammenhang, dass Menschen, Tiere und Pflanzen stets einem klimatisch bedingten Selektions- und Anpassungsdruck ausgesetzt waren und es stets sein werden. Es sei daher nicht erforderlich, Vermeidungsmaßnahmen durchzuführen. Richtig ist, dass der potenzielle Anpassungsdruck, der von natürlichen Klimaänderungen ausgeht, auch derzeit besteht. Dieser Druck ist unabhängig von der anthropogenen Klimabeeinflussung und kann mit Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen nicht verringert werden. Die Umsetzung von Maßnahmen zum „Schutz des Klimas“ kann daher nicht bedeuten, die globale Strahlungsbilanz für alle Zeiten auf einem konstanten Niveau zu halten. Dies ist für den Menschen – zumindest derzeit – technisch nicht möglich. Die physikalisch-chemischen Abläufe innerhalb der meisten Subsysteme des Klimasystems liegen außerhalb der Reichweite menschlicher Manipulierbarkeit.⁸² Verhindert werden kann lediglich die Verschiebung der globalen Erdmitteltemperatur auf ein höheres Niveau, insofern dies auf den vom Menschen verursachten zusätzlichen Treibhauseffekt zurückzuführen ist. So stimmen zwar die Beobachtung historischer Klimavariationen und die Feststellung, dass der sich vollziehende Wandel für sich genommen nicht ungewöhnlich ist; als Argumente dafür, Klimaschutzmaßnahmen nicht durchzuführen, eignen sie sich aber nicht. Wenn die Klimabeeinflussung durch den Menschen nicht berücksichtigt wird, lässt man außer Acht, dass der Mensch zwischen den Handlungsoptionen Klimaschutz und Anpassung zu einem gewissen Grad wählen kann. Dabei ist die vorherrschende Unsicherheit bei der Bestimmung des genauen Ausmaßes menschlicher Klimabeeinflussung inhärenter Teil des Entscheidungsproblems. Bislang unterschätzte oder unbekannte natürliche Ursachen als Gründe für die beobachteten klimatischen Verschiebungen können nicht ausgeschlossen werden. D. h., Ent-

⁷⁹ Vgl. *Stern, N. (2007): S. 243.*

⁸⁰ Vgl. *Nabuurs, G. J./Masera, O. (2007): S. 549.*

⁸¹ Für eine Auflistung der geläufigsten Kritikpunkte der sog. „Klimaskeptiker“ an der aufgestellten These menschlicher Klimabeeinflussung vgl. *Blüchel, K. (2007).*

⁸² Hierunter fallen bspw. die Einflüsse aus dem interplanetaren Raum oder der Erdbitalparameter auf das Klima der Erde. Für einen Überblick über die Komponenten des Erdklimasystems siehe *Schönwiese, Ch. D. (2003): S. 39.*

scheidungen, die mit der Absicht getroffen werden, der globalen Erwärmung entgegentreten zu wollen, können nicht auf Basis eines für alle Zeiten als sicher geltenden Wissensstands aufbauen.⁸³ Diesen Umstand fehlender letzter Gewissheit teilt diese Entscheidungssituation allerdings mit nahezu allen Entscheidungssituationen in der realen Welt.

Die mit dem anthropogenen Klimawandel verbundene Unsicherheit wissenschaftlicher Erkenntnisse ist per se nichts Ungewöhnliches oder Spezifisches. Allerdings kann das bisherige Wissen als unzureichend für das Treffen von politischen Entscheidungen angesehen werden. Die von einigen Seiten in Politik und Wissenschaft vorgeschlagene Handlungsoption einer Intensivierung von Forschungsbemühungen zur Erhöhung des Bewährungsgrades der Aussagen des IPCCs ist daher grundsätzlich zu begrüßen. Als alleinige Maßnahme einer Klimaschutzpolitik ist diese Intensivierung jedoch aus mindestens zwei Gründen abzulehnen, wenn damit die Forderung verbunden ist, erst bei weiter fortschreitender Kenntnis um die klimatischen Zusammenhänge über Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen nachzudenken. Das würde nämlich erstens bedeuten, dass man sich mit dem Verweis auf die Unsicherheit weigert, das Problem der Erwärmung als eines anzuerkennen und zweitens, dass Untätigkeit die „richtige“ Strategie in Entscheidungssituationen unter Unsicherheit darstellt.⁸⁴ Zweckmäßiger als die Einnahme einer abwartenden Haltung ist es, bereits jetzt die zur Verfügung stehenden Handlungsoptionen und deren Folgen zu bewerten und einander gegenüberzustellen. Argumente zur Bestimmung der Vorzugswürdigkeit einer der beiden Handlungsoptionen – Anpassung oder Vermeidung – erhofft man sich von ökonomischen Folgekostenabschätzungen.

1.5 Ökonomische Folgekostenabschätzungen

Die Auswirkungen des Klimawandels lassen sich in verschiedenen Dimensionen und Maßeinheiten darstellen. Um die Auswirkungen des Klimawandels jedoch einer ökonomischen Beurteilung zugänglich zu machen und um sie den Vermeidungskosten gegenüberstellen zu können, müssen die Auswirkungen in Geldeinheiten bewertet werden.⁸⁵ Dazu wurden jeweils ökonomische Folgekostenabschätzungen vorgenommen.⁸⁶ Der erwartete Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen bzw. die zu erwartenden Kosten des Klimawandels werden in solchen Analysen üblicherweise in relativer Form dargestellt, nämlich als prozentualer Anteil des jährlichen weltweiten Bruttoin-

⁸³ Für eine Diskussion der Unsicherheit als Problem im klimapolitischen Entscheidungsprozess vgl. Hulme, M. (2009): S. 88 ff.

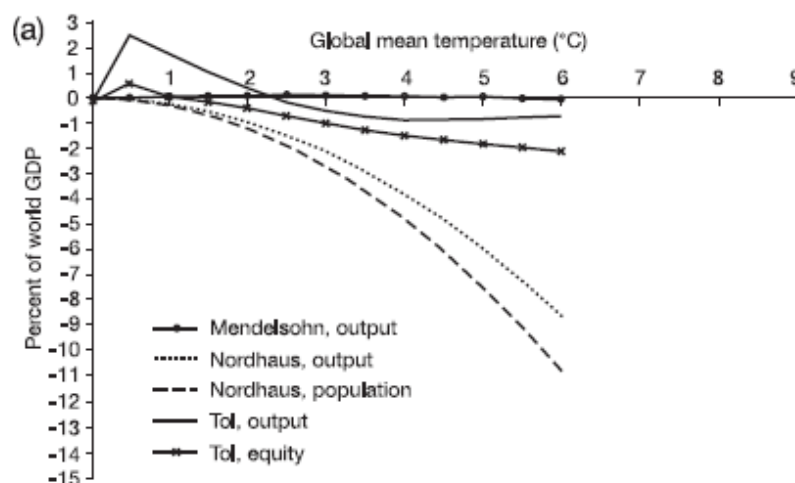
⁸⁴ Vgl. Gardiner, S. M. (2004): S. 565. Dieses sprichwörtliche Vogel Strauß-Verhalten ist weder rational noch ein übliches in der Realität zu beobachtendes Konzept des Umgangs mit Problemsituationen unter Unsicherheit. Fraglich ist also, warum es ausgerechnet in diesem Fall angewendet werden sollte.

⁸⁵ Vgl. Tol, R. S. J. (2005): S. 2064.

⁸⁶ Für einen Überblick über Studien, in denen versucht wird, die ökonomischen Folgekosten des anthropogenen Klimawandels abzuschätzen, siehe Tol, R. S. J. (2009).

landsproduktes. Angegeben wird damit, wie viel Prozent des weltweiten Bruttoinlandsproduktes aufgrund des Klimawandels jährlich nicht realisiert werden könnten, wenn zu einem ausgewählten Zeitpunkt in der Zukunft ein bestimmtes Temperaturniveau erreicht werden würde.⁸⁷ Dabei wird unterstellt, dass es möglich ist, die mit verschiedenen Temperaturniveaus einhergehenden unterschiedlichen Schadensumfänge zu bestimmen. *Abbildung 1a* zeigt mögliche Ausmaße der Schädigungen in Abhängigkeit vom Temperaturanstieg gegenüber vorindustriellem Niveau. Auf der Abszisse ist der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur gegenüber vorindustriellem Niveau abgetragen; bezeichnet als „Global mean temperature“. Der Temperaturanstieg wird in °C ausgedrückt. Auf der Ordinate finden sich die Kosten des Klimawandels, ausgedrückt als prozentualer Anteil des jährlichen weltweiten BIP. Die Grafik stellt die Ergebnisse unterschiedlicher Studien vergleichend dar. Es wird für den Fall, dass sich die atmosphärischen Konzentrationen an Treibhausgasen bis zum Jahr 2100 verdoppeln und die damit einhergehende globale Temperaturerhöhung im Bereich von 2 °C - 4,5 °C liegt, global mit Schäden gerechnet, die jährlich 1,5 – 5 % des weltweiten BIP ausmachen.⁸⁸

Abbildung 1a: Geschätzte Schädigungsausmaße des Klimawandels in Abhängigkeit von der Veränderung der globalen Durchschnittstemperatur



Quelle: Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007): S. 822.⁸⁹

⁸⁷ Vgl. hierzu Stern: „One can think of the costs measured in this way as like a tax levied on consumption, now and forever, the proceeds of which are simply poured away.“, Stern, N. (2007): S. 185.

⁸⁸ Vgl. Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007): S. 821 und Stern, N. (2007): S. 161. Seit der Veröffentlichung der Metastudie von Yohe und Lasco im Jahr 2007 sind vier weitere Untersuchungen zur Bestimmung der Kosten eines sich vollziehenden Klimawandels angefertigt worden. Vgl. Arnt, D./Tol, R. S. J. et al. (2014): S. 34 und S. 82 - 84. Eine Neuformulierung der durchschnittlich erwarteten Schädigungen eines klimatischen Wandels ist aufgrund dieser neuesten Untersuchungen nicht erforderlich. Die Untersuchungen bestätigen die bereits vorliegenden Ergebnisse.

⁸⁹ Für weitere Kostenabschätzungen siehe die Publikation von Vuuren, van D. P./Weyant, J. P./Chesnaye, de la F. C. (2006).

Die unterschiedlichen Kurvenverläufe lassen sich mit unterschiedlichen Annahmen bzgl. folgender Berechnungsgrundlagen erklären:⁹⁰ Erstens unterscheiden sich die Studien im Maß der Gewichtung regional unterschiedlich stark auftretender Schädigungen. So erfolgt die globale Aggregation der auf nationaler Ebene identifizierten Schädigungen in manchen Studien allein auf Basis nominaler Größen, wie den nationalen Bruttoinlandsprodukten. In diesen Studien fällt die globale Schadenshöhe verglichen mit Studien, in denen eine Gewichtung der national anfallenden ökonomischen Schäden je Einwohner vorgenommen wird, geringer aus.⁹¹ Denn die Anzahl der Bewohner in besonders vom Klimawandel betroffenen und zugleich armen Ländern ist weit größer als die Anzahl der Bewohner in weniger stark vom Klimawandel betroffenen und zugleich reichen Ländern. Zweitens werden mögliche Nutzengewinne, die lokal begrenzt mit moderaten Temperaturerhöhungen um bis zu 2 °C einhergehen können, unterschiedlich im Aggregat berücksichtigt.⁹² Drittens unterscheiden sich die Berechnungen in der Berücksichtigung möglicher extremer Klimaschwankungen, d. h. nicht-linearer Temperaturentwicklungen.⁹³ Und viertens basieren die Ergebnisse der Studien auf verschiedenen Techniken der Datenerhebung. So liegt dem Ansatz von *Mendelsohn/Morrison/Schlesinger et al.* ein rein statistisches Verfahren ohne naturwissenschaftlich nachvollziehbaren Kausalzusammenhang zugrunde. Abgeschätzt werden hier zunächst auf Länderebene Geldbeträge, die zur Anpassung an die herrschenden Regionalklimate aufgewendet werden. Damit soll der Einfluss des Klimas auf die jeweilige regionale Wirtschaftsleistung erfasst werden. Dieser regional unterschiedliche ökonomische Einfluss des Klimas wird sodann fortgeschrieben.⁹⁴

Schematisch erfolgt die Ermittlung der Kosten des Klimawandels in dieser Studie wie folgt: Um die klimabedingten Kosten eines Temperaturanstiegs von bspw. 1 °C in einer bestimmten Beobachtungsregion zu ermitteln, wird ein komparativ-statistischer Vergleich vorgenommen: Ausgewählt werden dazu zwei Regionen, die sich in ihrer wirtschaftlichen Struktur ähneln, deren Jahresmitteltemperatur sich aber um 1 °C unterscheidet. Sodann werden die jeweiligen klimabedingten Kosten in den Regionen abgeschätzt. Höhere Heizkosten in der relativ kälteren Region stehen bspw. geringeren Heizkosten in der relativ wärmeren Region gegenüber und bes-

⁹⁰ Die Auflistung erfolgt nach *Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007)*: S. 821. Grundlage der abgebildeten Schadensfunktionen sind die Arbeiten von: *Mendelsohn, R. O./Morrison, W. N./Schlesinger, M. E. et al. (1998)*, *Nordhaus, W. D./Boyer, J. G. (2000)* und *Tol, R. S. J. (2002)*.

⁹¹ Dies zeigt ein Vergleich der Kurvenverläufe „Nordhaus, output“ mit „Nordhaus, population“ und der Vergleich „Tol, output“ mit „Tol equity“, vgl. *Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007)*: S. 821.

⁹² Da bei Tol mögliche Wohlfahrtsgewinne berücksichtigt werden, verlaufen die Kurven „Tol equity“ und „Tol, output“ bis zu 1 °C bzw. etwas über 2 °C im positiven Bereich. Vgl. *Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007)*: S. 821.

⁹³ Weil die Berechnungen von *Nordhaus, W. D./Boyer, J. G. (2000)* die möglichen Kosten abrupter Klimaschwankungen im Gegensatz zur Studie von *Mendelsohn, R. O./Morrison, W. N./Schlesinger, M. E. et al. (1998)* mitberücksichtigen, fallen die von ihnen ermittelten Gesamtkosten erheblich höher aus, vgl. *Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007)*: S. 821.

⁹⁴ Vgl. *Tol, R. S. J. (2009)*: S. 32.

sere Ernteerträge in der einen stehen schlechteren Ernteerträgen in der anderen Region gegenüber usw. Auf diese Weise wird der Unterschied in der ökonomischen Leistungsfähigkeit allein dem relativen Temperaturunterschied zugeschrieben. Das ermittelte Ergebnis der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit der zwei unterschiedlichen Regionen wird anschließend als die Summe der zu erwartenden Kosten interpretiert, falls die Temperatur in der Beobachtungsregion im Zeitverlauf um 1 °C ansteigt. Neben überregionalen Klimafolgen blendet ein solcher Ansatz jede Kausalität und Dynamik der Veränderung an sich aus. Die betrachteten Regionen haben nämlich jeweils eigene, bis zu tausende von Jahren andauernde, regionale Anpassungsprozesse an die regionale Klimaentwicklung hinter sich gebracht. Die Folgen, die sich aufgrund fehlender Anpassungsfähigkeit ergeben können, werden so methodisch gar nicht erfasst.⁹⁵ Geeigneter, wenn auch mit eigenen spezifischen Problemen verbunden, sind Studien, die die ökonomischen Folgen auf Basis naturwissenschaftlicher Experimente und Regionalstudien abschätzen, sog. integrierte Klimamodelle.⁹⁶

Generell ist die Informationsbasis, auf deren Grundlage die Folgewirkungen des Klimawandels abgeschätzt werden, gemessen an der Vielfalt möglicher Auswirkungen, recht klein. Einbezogen werden vor allem Auswirkungen auf die Agrar- und Forstwirtschaft, auf die Wasserwirtschaft, den Energiekonsum, die Luftqualität, auf die menschliche Gesundheit und die Beschaffenheit von Küstenregionen.⁹⁷ Dabei bleiben auch innerhalb der untersuchten Regionen und Wirtschaftssektoren viele ökonomische Folgen wie bspw. die Versalzung von Böden infolge des Meeresspiegelanstiegs, die Kosten der Umgestaltung von urbanen Wasserversorgungssystemen, die Auswirkungen verstärkter auftretender Extremwetterereignisse oder die Folgen der Versauerung der Ozeane – aufgrund der großen Mengen aufgenommenen Kohlendioxids – für die Fischereiindustrie unbestimmt.⁹⁸ Die Abschätzung der auf Märkten bewertbaren Klimafolgen ist im besten Fall das Ergebnis einer auf unvollständigen Daten beruhenden Extrapolation von auf physikalisch-technischer Basis ermittelten regionalen Klimaauswirkungen.⁹⁹ Fragen, ob und wie weit das Klima die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit oder die allgemeine Wachstumsrate des BIP einer Volkswirtschaft beeinflusst oder gar determiniert sind bislang noch unbeantwortet.¹⁰⁰

Aufgrund fehlender objektiver Bestimmbarkeit beziehen nur wenige Studien die noch viel weiter reichenden Auswirkungen des Klimawandels auf nicht marktfähige Güter in die Berech-

⁹⁵ Vgl. Gardiner, S. M. (2004): S. 558. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn mit Hilfe solcher Studien kaum ökonomische Auswirkungen eines klimatischen Wandels festgestellt werden können. Folgekostenabschätzungen, die auf Basis dieses statistischen Ansatzes durchgeführt werden, kommen im Durchschnitt auf eine neg. Wohlfahrtswirkung von 0 - 0,9 % des BIP, vgl. Tol, R. S. J. (2009): 31.

⁹⁶ Vgl. Tol, R. S. J. (2009): S. 32.

⁹⁷ Vgl. Tol, R. S. J. (2009): S. 43.

⁹⁸ Vgl. Tol, R. S. J. (2009): S. 43.

⁹⁹ Vgl. Tol, R. S. J. (2009): S. 38.

¹⁰⁰ Vgl. Tol, R. S. J. (2009): S. 45.

nungen ein. Hierunter fällt bspw. der Verlust von Menschenleben. Auch der Verlust einer bestimmten oder gar noch unbekannten Spezies oder die mögliche Zerstörung von Ökosystemen findet in den wenigsten Publikationen Berücksichtigung.¹⁰¹ Mit dem Verweis, dass lediglich der materielle Nutzen von Menschen im Zentrum des wohlfahrtstheoretischen Ansatzes steht, wird der Verzicht auf die Bewertung der nicht marktfähigen Güter begründet.¹⁰² Überzeugen kann diese Begründung indes nicht. Die Qualität eben jener nicht auf Märkten gehandelten Umweltgüter hat großen Einfluss auf das von Menschen erreichbare Nutzenniveau.¹⁰³ Auch die möglichen Probleme, die bei der Erfassung und Bewertung der Umweltqualitäten und der Umweltschäden auftreten können, sprechen nicht gegen deren Quantifizierung.¹⁰⁴ Zudem wird in den Studien zur Bestimmung der Kosten des Klimawandels das Risiko plötzlicher und extremer Klimaänderungen, die sich infolge des Überschreitens der Kipp-Punkte innerhalb des Klimasystems einstellen können, nicht systematisch berücksichtigt.¹⁰⁵ Und auch die Langzeitfolgen des Klimawandels über das Jahr 2100 hinaus bleiben zumeist unbeachtet.¹⁰⁶

Es lässt sich zusammenfassend festhalten, dass in den derzeit vorliegenden Folgekostenabschätzungen die negativen Folgewirkungen eines Klimawandels systematisch unterschätzt worden sind, weil entscheidende Folgen zumeist nicht darin berücksichtigt werden.¹⁰⁷ Doch auch ohne diese Berücksichtigung gelangen die Autoren der vorliegenden Folgekostenabschätzungen jeweils zu dem Schluss, dass der Ausstoß von Treibhausgasen negative Wohlfahrtseffekte verursacht.¹⁰⁸ Würden Klimaschutzmaßnahmen durchgeführt, ließe sich verhindern, dass der Klimawandel diese Kosten auslöst.

Um die zukünftig anfallenden Kosten des Klimawandels den heute aufzuwendenden Kosten für Anpassungs- und Vermeidungsmaßnahmen gegenüberstellen zu können, werden die sog. „Social Costs of Carbon“ bestimmt.¹⁰⁹ Die „Social Costs of Carbon“ bezeichnen diejenigen Folgekosten des Klimawandels, die vom Zeitpunkt der Emission von Kohlendioxid an über den gesamten

¹⁰¹ Vgl. Tol, R. S. J. (2005): S. 2067 und Tol, R. S. J. (2009): S. 45.

¹⁰² Vgl. Tol, R. S. J. (2005): S. 2064.

¹⁰³ Vgl. hierzu die Studie von Costanza, R. et al. (1997), in welcher der Geldwert der vom Menschen genutzten Umweltgüter abgeschätzt wird. Vgl. hierzu auch Kap. 2.1.

¹⁰⁴ So ist das von Schelling, T. C. (1968) eingeführte Konzept der Ermittlung des Wertes eines statistischen Lebens durchaus üblicher Teil vieler ökonomischer Kosten-Nutzen-Abschätzungen, wenn auch das Konzept aus moralischer Perspektive nicht ganz unumstritten ist. Für eine kritische Übersicht der Anwendung des Konzeptes siehe die Veröffentlichung von Viscusi, W. K./Aldy, J. E. (2003). Auch Ökosystemen und den darin enthaltenen Lebewesen kann ein Geldwert beigemessen werden. Für eine Übersicht, in welchem Bereich Geldwerte für verschiedene Naturwaldreservate, Fischgründe, Korallenriffe, Bienenvölker, Feuchtgebiete und Regenwälder liegen könnten, siehe Sukhdev, P. et al. (2010): S. 8, 11 und 16.

¹⁰⁵ Vgl. Tol, R. S. J. (2009): S. 44.

¹⁰⁶ Vgl. Tol, R. S. J. (2009): S. 44.

¹⁰⁷ Vgl. Parry, M. L./Canziani, O./Palutikof, J. et al. (2007): S. 65.

¹⁰⁸ Vgl. Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007): S. 823.

¹⁰⁹ Vgl. Tol, R. S. J. (2009): 39.

Zeitraum der atmosphärischen Verweildauer der emittierten CO₂-Menge zusätzlich anfallen, wenn den vorhandenen atmosphärischen CO₂-Mengen eine weitere Tonne hinzugefügt wird. Damit stellen sie die sozialen, d. h. externen, Grenzkosten der Emission von Kohlendioxid dar. Für ihre Ermittlung müssen Werte zweier Größen bestimmt bzw. festgelegt werden. Hierbei handelt es sich zum einen um die atmosphärische Verweildauer eines emittierten CO₂-Moleküls und zum anderen um den Diskontfaktor, mit dem der Wert des kumulierten Schadens auf den Emissionszeitpunkt diskontiert werden kann.¹¹⁰

Berechnungen zur Bestimmung der Höhe der Social Costs of Carbon (SCC), die bis zum Jahr 2005 in referierten Fachzeitschriften veröffentlicht wurden, geben die Social Costs of Carbon mit durchschnittlich 43 US \$ pro emittierter Tonne Kohlenstoff an.¹¹¹ Das entspricht einem Preis von 12 US \$ pro emittierter Tonne CO₂.¹¹² Der Durchschnittswert sämtlicher der über 100 bis zum Jahre 2005 veröffentlichten Studien beträgt hingegen 93 US \$/t C, da im Rahmen nicht begutachteter Veröffentlichungen eine größere Anzahl Ergebnisse im oberen Bereich der Kostenabschätzungen liegt.¹¹³ Die Zahl der ökonomischen Studien, in denen die Social Costs of Carbon abgeschätzt werden, ist bis zum Jahr 2009 auf über 230 angestiegen. Dabei hat sich der Durchschnittswert, der nun mit 105 US \$/t C¹¹⁴ angegeben werden kann, nicht wesentlich verändert.¹¹⁵ Für die anderen Treibhausgase neben Kohlendioxid, wie Ozon, Distickstoffmonoxid, Methan und die FCKWs, werden ebenfalls Abschätzungen zur Bestimmung der Grenzschadenshöhe vorgenommen. Die sozialen Grenzkosten einer im Jahr 2001 emittierten Menge Methan betragen bspw. durchschnittlich 105 US \$ pro Tonne Methan.¹¹⁶ Die sozialen Grenzkosten einer

¹¹⁰ Vgl. Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007): S. 821.

¹¹¹ Vgl. Tol, R. S. J. (2005): S. 2070. Die Standardabweichung liegt hier bei 83 \$/t C.

¹¹² Vgl. Parry, M. L./Canziani, O./Palutikof, J. et al. (2007): S. 65. Kohlenstoff (¹²C) wird entsprechend der Periodentabelle der chemischen Elemente der *International Union of Pure and Applied Chemistry* (2011) mit einer Masse von 12 Gramm/Mol angegeben. Die Molekülmasse von Kohlendioxid beträgt 44 Gramm/Mol. Der Umrechnungsfaktor der Preise für eine Tonne Kohlenstoffdioxid zu einer Tonne Kohlenstoff entspricht daher dem Masseverhältnis 44/12 Gramm/Mol.

¹¹³ Vgl. Tol, R. S. J. (2005): S. 2070. Die Angaben gelten für das 90 %ige Konfidenzintervall der untersuchten Studien und reichen bis zu 350 US \$/t C.

¹¹⁴ Die Standardabweichung beträgt 243 US\$/t C.

¹¹⁵ Vgl. Tol, R. S. J. (2009): S. 41. Die durchschnittlichen Social Costs of Carbon liegen bei rund 18 \$/t C, wenn die Ergebnisse von Studien, in denen eine dreiprozentige Diskontrate unterstellt wurde, allein betrachtet werden. Die Social Costs of Carbon liegen bei rund 85 \$/t C, wenn allein die Ergebnisse der Studien gemittelt werden, in denen eine einprozentige Diskontrate zugrundegelegt wurde. Der Mittelwert der Social Costs of Carbon beträgt 232 \$/t C, wenn nur diejenigen Abschätzungen herangezogen werden, in denen eine Diskontrate von null Prozent angesetzt worden ist. Vgl. Tol, R. S. J. (2009): S. 40. In der neuesten Metastudie von Arent und Tol et al. werden Durchschnittswerte für die Social Costs of Carbon angegeben, die geringfügig unter den hier angegebenen Beträgen liegen. Vgl. Arent, D./Tol, R. S. J. et al. (2014): S. 34 und S. 85. Geänderte Aussagen lassen sich aus der neuesten Metastudie nicht ableiten. Eine weitere Betrachtung unterbleibt daher.

¹¹⁶ Bei Werten innerhalb eines 95 %igen Konfidenzintervalls von 25 - 250 US \$/t Methan.

emittierten Tonne SF₆, eine der vielen FCKW-Varianten, liegen mit durchschnittlich rund 200.000 US \$¹¹⁷ besonders hoch.¹¹⁸

Um die Frage zu beantworten, in welchem Umfang aus ökonomischer Sicht Klimaschutzmaßnahmen durchgeführt werden sollten, sind auch deren Kosten zu bestimmen. Die übliche Methode zur Bestimmung der Vermeidungskosten des Klimawandels beginnt mit der Abschätzung des Ressourceneinsatzes, der erforderlich wäre, wenn ein vorgegebenes Klimaziel mit den derzeit bekannten Vermeidungstechniken erreicht werden sollte. Zudem werden Opportunitätskosten angesetzt, wenn zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen auf bestimmte „klimaschädliche“ wirtschaftliche Aktivitäten, wie die Brandrodung tropischer Regenwälder oder die großflächige Trockenlegung von Mooren, verzichtet werden muss.¹¹⁹ Von den ermittelten gesamten Bruttokosten des Einsatzes alternativer Techniken der Energieerzeugung, die zur Erreichung eines bestimmten Output-Niveaus erforderlich sind, müssen anschließend die Kosten der Energieerzeugung abgezogen werden, die zur Erreichung desselben Outputs ohne Klimaschutzmaßnahmen aufgewendet worden wären, um die Nettokosten der Zielerreichung angeben zu können. Um Aussagen über die Höhe der Vermeidungskosten machen zu können, müssen also die Kosten des unmittelbaren Mitteleinsatzes, die Opportunitätskosten des Verzichts auf „klimaschädliche“ Aktivitäten und die Höhe von Preisen für fossile Brennstoffe abgeschätzt werden.¹²⁰

Entscheidendes Kriterium für die Berücksichtigung der verschiedenen Vermeidungsoptionen in den globalen Abschätzungen zur Höhe der Vermeidungskosten sind die Grenzkosten der Schadensvermeidung der möglichen Vermeidungstechniken.¹²¹ Die Kostenabschätzungen beinhalten dabei üblicherweise jeweils diejenigen Vermeidungsoptionen, welche die geringsten marginalen Kosten verursachen.¹²² Verfolgt wird damit jeweils das Ziel, die Minimalkosten einer klimapolitischen Zielerreichung zu bestimmen. Dabei wird unterstellt, dass die Grenzkosten der Vermeidung stets positiv sind. Eine Zusammenführung der vorhandenen Vermeidungsoptionen in Gestalt einer Vermeidungskostenkurve repräsentiert dann für jedes Vermeidungsniveau an Treibhausgasemissionen eine bestimmte kostenminimale Kombination unterschiedlicher derzeit bekannter Vermeidungstechniken.¹²³ Dabei unterscheiden sich die Kosten je nach verwendeter Vermeidungstechnologie, nach reguliertem Sektor und nach Regionen und Ländern, in denen eine Regulierung von Klimagasemissionen vorgenommen wird. Die Erreichung der Mini-

¹¹⁷ Bei Werten innerhalb eines 95 %igen Konfidenzintervalls von 45.000 - 450.000 US \$/t SF₆.

¹¹⁸ Vgl. Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007): S. 822.

¹¹⁹ Vgl. Stern, N. (2007): S. 239.

¹²⁰ Vgl. Stern, N. (2007): S. 253.

¹²¹ Damit werden diejenigen Kosten bezeichnet, die entstehen, wenn zusätzlich zu einem bestimmten Niveau bereits zurückgeführter Treibhausgasemissionen die Emission einer weiteren Einheit vermieden wird.

¹²² Vgl. Stern, N. (2007): S. 242.

¹²³ Vgl. Stern, N. (2007): S. 243.

malkostenkombination ist nur dann möglich, wenn in sämtlichen Sektoren und Regionen die günstigsten Vermeidungsoptionen realisiert werden.¹²⁴

Ebenso wie die Folgekosten des Klimawandels vom tatsächlichen Ausmaß des globalen Temperaturanstiegs bestimmt werden, hängen die Kosten von Klimaschutzmaßnahmen davon ab, welches klimapolitische Ziel mit der Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen angestrebt wird.¹²⁵ Auf Basis von Szenarioanalysen lassen sich die Kosten von Klimaschutzmaßnahmen für unterschiedliche Zielvorstellungen ermitteln. Diskutiert werden insbesondere drei unterschiedliche „Zielkorridore“ bzw. Zielwerte für die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur, nämlich erstens das Ziel einer Verhinderung der globalen Erwärmung um mehr als 3,2 - 4,0 °C, zweitens das Ziel einer Verhinderung der Erwärmung um mehr als 3 °C und drittens das Ziel einer Verhinderung der Erwärmung um mehr als 2 °C.

Würde als klimapolitische Zielgröße die Verhinderung einer globalen Erwärmung um mehr als 3,2 - 4,0 °C bis zum Jahr 2050 angestrebt, müsste, unter Berücksichtigung des Wissens um die Klimasensitivität verschiedener Treibhausgaskonzentrationen, eine Stabilisierung des Treibhausgaskonzentrationsniveaus in der Atmosphäre bei im Mittel rund 650 ppm CO_{2eq} erfolgen.¹²⁶ Die dabei anfallenden Kosten des Einsatzes von Vermeidungstechnologien geben *Barker et al.* mit jährlich rund -1 % bis zu 2 % des weltweiten BIP an.¹²⁷

Würde das Ziel verfolgt, den Temperaturanstieg bis zum Jahr 2050 über mehr als 3 °C zu vermeiden, müsste die anzuvisierende Treibhausgaskonzentration bei rund 550 ppm CO_{2eq} liegen.¹²⁸ Im *Stern-Bericht* werden die weltweiten jährlichen Gesamtkosten, die der dazu erforderliche Mitteleinsatz verursachen würde, bis zum Jahr 2015 mit jährlich durchschnittlich rund 0,3 %, in der daran anschließenden Zeitspanne bis 2025 im Mittel mit rund 0,7 % und im daran anschließenden Zeitraum bis 2050 mit rund 1 % des weltweiten BIP angegeben.¹²⁹ Die durch-

¹²⁴ Vgl. *Stern, N. (2007): S. 243.* So eignen sich sonnenreiche Regionen für die Nutzung der Sonnenenergie ebenso besonders wie windreiche Regionen für die Nutzung der Windenergie prädestiniert sind. Bedeutsam für die kosteneffiziente Realisierung von Klimaschutzzielen ist, dass politische Entscheidungsträger die Anreize zur Verminderung von Treibhausgasemissionen so setzen, dass sich die regulierten Wirtschaftssubjekte auf die Suche nach den günstigsten Vermeidungsoptionen zur Einsparung von Treibhausgasemissionen begeben und diese Techniken anschließend eingesetzt werden. Vgl. *Stern, N. (2007): S. 241.* Inwieweit das auf den tatsächlichen Instrumenteneinsatz zutrifft, ist anhand der exemplarischen Darstellung einiger Instrumente im Rahmen deutscher Klimapolitik Gegenstand des 4. Kapitels dieser Arbeit.

¹²⁵ Vgl. *Barker, T. et al. (2007): S. 27.*

¹²⁶ Vgl. *Barker, T. et al. (2007): S. 39 f.*

¹²⁷ Vgl. *Barker, T. et al. (2007): S. 40.* Zusammengefasst werden in dieser Metastudie die Ergebnisse von 177 Einzelstudien zur Abschätzungen der Höhe von Vermeidungskosten. Kosten von „-1“ zeigen an, dass es einzelne Studien gibt, die zu dem Ergebnis kommen, dass der Einsatz von Vermeidungstechnologien einen positiven Wachstumsimpuls auslöst. Laut der neuesten Metastudie von *Edenhofer, O. et al.* werden zur Erreichung dieses Klimaziels im Jahr 2050 Vermeidungskosten im Umgang von rund 0,7 - 4 % des globalen Bruttoinlandsproduktes anfallen. Vgl. *Edenhofer, O. et al. (2014): S. 31.*

¹²⁸ Vgl. *Stern, N. (2007): S. 239.*

¹²⁹ Der Wert entspricht dem Mittel eines 90 %igen Konfidenzintervalls aller ermittelten Kosten.

schnittlichen Vermeidungskosten liegen in dieser Analyse zwischen 22 und 61 US \$ pro vermiedener Tonne CO₂.¹³⁰

Würde statt des 3 °C-Zieles ein 2 °C-Ziel bis 2050 angestrebt, wären größere Mengen Treibhausgasemissionen zu vermeiden. Die mit diesem Ziel einhergehende Zielgröße für die maximale Treibhausgaskonzentration läge mit rund 450 ppm CO_{2eq} um rund 100 ppm niedriger als bei der um ein Grad höheren Zielgröße. Die jährlichen mit diesem Ziel einhergehenden Vermeidungskosten können bis 2050 einen Umfang von bis zu 5,5 % des weltweiten BIP annehmen.¹³¹

Sind die Kosten des Klimawandels und die Kosten von Vermeidungsmaßnahmen bestimmt, lassen sie sich einander gegenüberstellen. Ergäbe ein Vergleich, dass die Kosten des Klimawandels über den Kosten von Vermeidungsmaßnahmen liegen, wäre aus ökonomischer Perspektive die Durchführung von Vermeidungshandlungen vorteilhaft. Ein solches eindeutiges Ergebnis lässt sich indes auf Basis der bisherigen Folgekostenabschätzungen nur schwer ermitteln. Dazu sind die für die verschiedenen Klimaschutzziele angegebenen Kostenintervalle zu groß. Es lässt sich lediglich konstatieren, dass auf Basis von Kostenabschätzungen Klimaschutzmaßnahmen umso eher als ökonomisch vorteilhaft bezeichnet werden können, je höher die globale Durchschnittstemperatur in den Berechnungen angesetzt wird. D. h., zu verhindern, dass sich die menschlichen Treibhausgasemissionen ungebremst weiterentwickeln ist aus ökonomischer Sicht empfehlenswert.

Ein eindeutiges Ergebnis präsentiert der *Stern-Bericht*. Unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Schäden an marktfähigen Gütern und des Risikos eines extremen Klimawandels, bei dem Temperatur- und Treibhausgaskonzentrationsschwellen innerhalb des Klimasystems überschritten werden, entspricht der Wohlfahrtsverlust durch den anthropogenen Klimawandel jährlich rund 5 % des weltweiten Bruttoinlandsproduktes.¹³² Bei einem Einbezug der Schäden an nicht marktfähigen Gütern steigt dieser Wohlfahrtsverlust sogar auf rund 10,9 % des weltweiten Bruttoinlandsproduktes.¹³³ Das Risiko eines solchen Schadenseintritts könnte, so *Stern* erheblich reduziert werden, wenn die Treibhausgaskonzentration 550 ppm CO_{2eq}, resp. der

¹³⁰ Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. 261. In Abhängigkeit von den verwendeten Bandbreiten für die Preisentwicklung fossiler Energieträger können die Kosten zwischen -1 % (das bedeutet einen positiven Wachstumsimpuls) und 3,5 % des globalen BIPs liegen. Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. 260. Zu ähnlichen Ergebnissen in Bezug auf die Bandbreite, aber höheren Kosten kommen *Barker, T. et al. (2007)*: S. 40. Ihrer Studie zufolge liegen die jährlichen Kosten der Erreichung eines solchen 3 °C-Zieles zwischen 0 und rund 4 % des weltweiten BIP. Die durchschnittlichen Vermeidungskosten pro Tonne CO₂ werden mit 30 bis 155 US \$ angegeben.

¹³¹ *Barker, T. et al. (2007)*: S. 40. Die Ergebnisse der neuesten Metastudie von *Edenhofer, O. et al.* unterscheiden sich von den hier vorgestellten kaum. Die Höhe der Vermeidungskosten wird demnach mit einem Umfang von 2 – 6% des Bruttoinlandsproduktes von 2050 angegeben. Vgl. *Edenhofer, O. et al. (2014)*: S. 31.

¹³² Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. 185.

¹³³ Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. 186.

Temperaturanstieg den Wert von 3 °C bis 2100 nicht überschreiten würde.¹³⁴ Um bis zum Jahr 2100 dieses 3 °C-Ziel halten zu können, müssten, wenn in den nächsten fünf Jahren die maximale jährliche Emissionsmenge erreicht wird, bis 2050 mindestens 25 % und bis zum Jahr 2100 mindestens 50 % der Emissionen im Vergleich zu den Emissionen des Jahres 2005 eingespart werden.¹³⁵ Die Kosten, die zur Erreichung des Zwischenzieles bis zum Jahr 2050 aufgewendet werden müssten, werden von *Stern* im Mittel mit jährlich rund 1 % des weltweiten Bruttoinlandsproduktes angegeben.¹³⁶ Auf Basis der im *Stern-Bericht* vorgenommenen Kosten-Nutzen-Analysen wäre es also lohnend, Klimaschutzmaßnahmen zur Vermeidung eines anthropogenen Klimawandels durchzuführen.¹³⁷

¹³⁴ Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. XVI und S. 221.

¹³⁵ Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. 227. *Weitzman, M. L. (2007)* kommentiert zutreffend, dass die Kosten-Nutzen-Analyse mit der Zielauswahl nicht in expliziter Verknüpfung steht, vgl. *Weitzman, M. L. (2007)*: S. 706.

¹³⁶ Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. 265. Die Standardabweichung wird mit 2,5 Prozentpunkten angegeben. Der im Bericht von *Stern* angegebene Mittelwert von 1 % liegt im unteren Bereich ähnlicher ökonomischer Abschätzungen der Vermeidungskosten. In jenen ähnlichen Abschätzungen werden die durchschnittlichen Vermeidungskosten jährlich mit rund 2 % des Bruttoinlandsproduktes beziffert. Vgl. hierzu *Weitzman, M. L. (2007)*: S. 708 und *Tol, R. S. J./Yohe, G. W. (2006)*: S. 239.

¹³⁷ Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. XVI und *Weitzman, M. L. (2007)*: S. 708.

*„All in all, it
must be seen as market failure
on the greatest scale the world has seen.”*

Nicholas Stern¹³⁸

2 Klimaschutzpolitik: Rechtfertigung und Zielbestimmung

Wie im vorangehenden Kapitel dargestellt, ist damit zu rechnen, dass sich erhebliche Wohlfahrtsverluste einstellen können, sollte sich ein Klimawandel vollziehen, ohne dass Maßnahmen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen umgesetzt werden. Diese Wohlfahrtsverluste könnten Ausdruck der Tatsache sein, dass ein Fall von Marktversagen vorliegt. Um festzustellen, ob dies zutrifft oder ob erwartet werden kann, dass sich das Problem ohne einen Staatseingriff auflöst, wird im Verlauf des Kapitels zunächst geprüft, warum es überhaupt im beobachteten Ausmaß zur Emission von Treibhausgasen kommt. Untersucht werden in diesem Zusammenhang die relevanten Anreize, die bei der Entscheidung, Treibhausgase zu emittieren, wirken. Dabei wird auf die vorliegenden Verfügungsrechte und die Eigenschaften der Erdatmosphäre, die als Aufnahmemedium für emittierte Treibhausgase genutzt wird, abgestellt. Da es sich, wie in der anschließenden Analyse gezeigt wird, bei den Folgen eines anthropogenen Klimawandels um externe Effekte von entsprechenden Konsum- und Produktionshandlungen handelt, kann die notwendige Bedingung für einen Staatseingriff als erfüllt erachtet werden. Mit dieser Feststellung ist allerdings die Frage, in welchem Umfang die externen Effekte internalisiert werden sollten, nicht beantwortet. Denn sowohl die Kosten des Klimawandels als auch die Kosten von Vermeidungsmaßnahmen hängen vom tatsächlichen Ausmaß des klimatischen Wandels ab. Um zu klären, welches Klimaschutzniveau aus ökonomischer Sicht angestrebt werden könnte, werden verschiedene Ansätze zur Bestimmung eines klimapolitischen Ziels diskutiert. Hierbei wird deutlich, welche bedeutende Rolle Normen spielen, und dass insbesondere die Gefahren eines abrupten Klimawandels und die Existenz von Kipp-Punkten innerhalb des Klimasystems berücksichtigt werden sollten. Welche Zielvorstellung im Rahmen der gegenwärtigen Klimapolitik vorherrscht, und ob auf dieser Basis die besonderen Gefahren eines abrupten klimatischen Wandels abgewendet werden können, wird zum Schluss des Kapitels betrachtet.

¹³⁸ Stern, N. (2007): S. 27. Angesichts des Ausmaßes der möglichen negativen Wohlfahrtsfolgen bezeichnet der Ökonom *Nicholas Stern*, der vom britischen Schatzamt beauftragt worden war, das Ausmaß möglicher globaler Schäden in einer Studie zu quantifizieren, den anthropogenen Klimawandel als das größte Marktversagen der Menschheitsgeschichte. Den anthropogenen Klimawandel als Ausdruck von Marktversagen zu bezeichnen, kann insofern richtig sein, als dass CO₂-Dumping ein kollektives Übel darstellt, das durch Bereitstellung eines Kollektivgutes „Klimaschutz“ bekämpft werden könnte.

2.1 Der anthropogene Klimawandel: Ausdruck von Marktversagen

Während der Wert von Rohstoffen oder Böden auf Märkten in Preisen zum Ausdruck kommt, existieren viele knappe Umweltgüter, für die kein Geldwert festgestellt wird, weil sie auf Märkten nicht gehandelt werden. Hierzu zählen beispielsweise die Biodiversität in einem Ökosystem, die Fähigkeit von Waldböden, Regenwasser aufzunehmen und zu speichern, die Fähigkeit der Ozonschicht, bestimmte schädliche UV-Strahlung zu absorbieren u. v. m. Dass es nicht zu einer Bewertung mit Marktpreisen kommt, könnte zum einen Ausdruck fehlender Zahlungsbereitschaften für solche Güter sein. Dieser logisch zulässige Schluss, lässt allerdings außer Acht, dass viele Umweltgüter lebensnotwendig sind und daher entsprechende Bedürfnisse vorhanden sein dürften. Zum anderen könnte es sein, dass Marktpreise schlicht keine geeigneten Indikatoren zur Beobachtung individuell empfundener Wertschätzungen darstellen. Möglich ist nämlich, dass Zahlungsbereitschaften zwar vorhanden sind, diese aber nicht offenbart werden.¹³⁹ Obwohl die entsprechenden Güter und Ökosystemleistungen nicht beliebig vermehrbar sind, drückt sich ihre Knappheit dann nicht über Preise aus.¹⁴⁰ Anlass zur Annahme, dass letztere Vermutung zutrifft, bieten die zahlreichen Belege der gewinnbringenden und nutzenstiftenden Inanspruchnahme von Umweltgütern und ganzer Ökosysteme als Quellen und Senken in Produktions- und Konsumaktivitäten.¹⁴¹ In einem der ersten Versuche, den Geldwert der vom Menschen genutzten Umweltgüter abzuschätzen, ermittelten *Costanza et al.* einen Gegenwert von rund 33 Billionen Dollar für das Jahr 1997.¹⁴² Dieser Wert übersteigt das geschätzte weltweite Bruttoinlandsprodukt, das in jenem Jahr rund 18 Billionen Dollar betrug, bei weitem.

2.1.1 Das Problem fehlender Verfügungsrechte an der Erdatmosphäre

Die Erdatmosphäre bringt verschiedene Umweltgüter hervor. Eines dieser Güter ist die als Klima bezeichnete Ausprägung der atmosphärischen Klimaelemente. Ein anderes Gut ist die Nutzbarkeit der Atmosphäre als Aufnahmemedium für Treibhausgase, die als Abfallprodukte, oder bes-

¹³⁹ Vgl. Bonus, H. (1981a): S. 55.

¹⁴⁰ Vgl. Bonus, H. (1972): S. 342.

¹⁴¹ Vgl. Meadows, D./Randers, J./Meadows, D. (2009): S. 83.

¹⁴² Vgl. Costanza, R. et al. (1997): S. 253. Um die Wertschätzung der nicht über Märkte allokierten Umweltgüter quantifizieren zu können, bieten sich verschiedene Methoden der Informationsermittlung an. Möglich sind hier direkte Befragungen (CV-Methode) oder indirekte Methoden, wie die Ableitung von Wertschätzungen für Umweltgüter aus aufgewendeten Transaktionskosten (Reisekostenmethode) oder Marktpreisen (hedonistische Preisbildung). Vgl. Siebert, H. (2005): S. 70 f., Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 703 ff. oder Goodstein, E. (2008): S. 150 ff. Im Rahmen der hedonistischen Preisbildung werden Informationen über die Zusammensetzung von Marktpreisen für marktfähige Güter benötigt. Es wird in einer vergleichenden Analyse versucht, den Wert nicht marktfähiger Güter im Preis für ein marktfähiges Gut, nachzuweisen. So dürften sich etwa die Preise für verschiedene Hafengrundstücke danach unterscheiden, ob dort Segelyachten ankern, oder ob sich dort ein Anlegerterminal für mit Schüttgütern beladene Transportschiffe befindet. Vgl. für diesen Zusammenhang Goodstein, E. (2008): S. 156 f.

ser als Kuppel-„Übel“, bei vielfältigen Arten der Energieerzeugung, der industriellen Produktion von Gütern und Dienstleistungen, der land- und forstwirtschaftlichen Produktion oder bei Konsumaktivitäten anfallen.¹⁴³ Im Rahmen all dieser Produktionsprozesse und Konsumaktivitäten wird die Atmosphäre als Deponie zur Einlagerung von Treibhausgasen genutzt. D. h., diese Produktions- und Konsumaktivitäten, durch welche die Treibhausgasemissionen verursacht werden, sind nicht ausschließlich wohlfahrtsmehrend. Auch die Schäden infolge des klimatischen Wandels sind auf diese Aktivitäten zurückzuführen.¹⁴⁴ Für den Menschen bedeutet dieser Zusammenhang, dass zwei Nutzungsarten der Atmosphäre in Konkurrenz zueinander stehen: Die zu einem Zeitpunkt herrschende Umweltqualität klimatischer Verhältnisse wird, über die physikalisch-chemischen Zusammenhänge innerhalb des Klimasystems, von der Nutzung der Atmosphäre als Deponie für Treibhausgase negativ beeinflusst.¹⁴⁵ Wie stark die Verschlechterung der Umweltqualität letztlich ausfällt, hängt unter anderem davon ab, wie gut sich die Atmosphäre als Aufnahmemedium für Treibhausgasemissionen eignet, ohne dass es zu einer Veränderung der klimatischen Verhältnisse kommt. Das Ausmaß dieser Nutzungskonkurrenz wird unter anderem von der Assimilationskapazität des Aufnahmemediums bestimmt und davon, wie stark der Schadstoffeintrag die Absorptionsrate innerhalb einer gegebenen Periode übersteigt.¹⁴⁶ Dass die derzeitigen Treibhausgasemissionen die Assimilationsfähigkeit der Atmosphäre übersteigen, ist Stand der bisherigen klimawissenschaftlichen Kenntnisse.¹⁴⁷

Doch warum kommt es bei Marktprozessen überhaupt in dem beobachteten Maß zur Emission von Treibhausgasen und damit zur Auslösung eines klimatischen Wandels durch den Menschen? Treffen die Erkenntnisse in Bezug auf die Folgewirkungen eines sich vollziehenden anthropogenen Klimawandels zu, wäre es doch ökonomisch vorteilhaft, Vermeidungsmaßnahmen durchzuführen und weniger Treibhausgase zu emittieren. Ressourcen könnten geschont und anderweitig eingesetzt werden, anstatt sie für die Kompensation von Klimaschäden und für Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel zu verwenden.¹⁴⁸ Ein möglicher Grund dafür ist die fehlende Existenz spezifizierter Verfügungsrechte an der übermäßig beanspruchten Deponiekapazität der Erdatmosphäre für Treibhausgasemissionen.

¹⁴³ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 27.

¹⁴⁴ Vgl. Weimann, J. (2009a): S. 141.

¹⁴⁵ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 13.

¹⁴⁶ Dieser Zusammenhang zwischen Stoffeintrag und der Auslösung von Schädigungen kann über eine Schadensfunktion dargestellt werden. Das soll aber nicht bedeuten, dass sich der Wert dieser Qualitätsbeeinträchtigung ohne Weiteres objektiv in Nutzeneinheiten bestimmen ließe. Schäden können auch in physikalischen Einheiten oder in anderen qualitativen Dimensionen beobachtet werden, wie bspw. dem Verlust an Biodiversität in einem mit Öl und Corexit verschmutzten Meeresökosystem, vgl. Siebert, H. (2005): S. 11.

¹⁴⁷ Vgl. Kap. 1.1.

¹⁴⁸ Für eine Übersicht über entsprechende ökonomische Studien siehe Kap. 1.5.

Unter dem Begriff der Verfügungsrechte wird in der ökonomischen Theorie ein Bündel von Rechten in Bezug auf verschiedene Dimensionen der Nutzung eines Gutes verstanden. Als wesentliche Nutzungsdimensionen gelten das Recht, ein Gut zu nutzen (*Ius usus*), das Recht es nach eigenen Vorstellungen zu verändern (*Ius abusus*), das Recht, mögliche Erträge zu vereinnahmen (*Ius fructus*) und das Recht, das Gut zu veräußern (Transferrecht).¹⁴⁹ Liegt nicht jedes Recht an einem Gut in der Verfügungsgewalt des Eigentümers, spricht man von einer sog. Verdünnung der Verfügungsrechte.¹⁵⁰ Da es die Rechte an einem Gut sind, die dessen Wert bestimmen, führen unterschiedliche Grade der Verdünnung zu verschiedenen Wertschätzungen desselben Gutes. Wenn, wie im Fall der Erdatmosphäre, keinerlei Nutzungsrechte definiert sind, bedeutet dies letztlich, dass jeder Mensch ein faktisches Nutzungsrecht ausübt, ohne dass für die Ausübung dieses Rechts ein Preis gezahlt werden muss. Im Vergleich zu einer Situation vollständig spezifizierten Eigentums geht ein solches, wenn auch implizites, gemeinschaftliches Eigentum mit einem veränderten Nutzungsverhalten einher.¹⁵¹ Dies kann sich in der Übernutzung entsprechender Güter äußern.¹⁵²

D. h., es ist nicht die Nutzungskonkurrenz an sich, die zu einer Situation der Übernutzung einer Ressource führt. Es ist vielmehr die Struktur der individuellen Nutzungsanreize in der relevanten Entscheidungssituation, die festlegt, ob mit einer bestimmten Form der Ressourcennutzung aus wohlfahrtstheoretischer Sicht auch ein ökonomisches Problem einhergeht. So kann es Wirtschaftssubjekten unter bestimmten Bedingungen gelingen, allein auf Basis individueller Entscheidungen auf Märkten, das Problem sich ausschließender Nutzungen von Ressourcen zur Zufriedenheit sämtlicher Marktteilnehmer zu lösen.¹⁵³ Zu diesen bestimmten Bedingungen zählen die Funktionsbedingungen des Modells der vollständigen Konkurrenz sowie das Vorliegen eines an der rationalen Verfolgung des eigenen materiellen Interesses ausgerichteten Verhaltensmodells. Gelten diese Bedingungen, lassen sich allein auf Grundlage individuellen Verhaltens sowohl individuelle Gewinn- und Nutzenmaxima als auch ein stabiles, gleichgewichtiges gesellschaftliches Wohlfahrtsmaximum erreichen. Zu diesen Bedingungen gehört aber eben auch, dass Wirtschaftssubjekte ihre individuellen Wertschätzungen für die entsprechenden Ressourcennutzungen auf Märkten offenbaren müssen, um den Nutzen, den eine Ressource bietet, realisieren zu können. Im Fall der Nutzung der Atmosphäre als Deponie für Treibhausgase liegt u. a. diese Bedingung jedoch nicht vor. Weil keine Verfügungsrechte an der Atmosphäre definiert sind, kann sich die Nutzungskonkurrenz der betrachteten Umweltgüter der Erdatmosphäre auf Märkten nicht in Knappheitspreisen ausdrücken. Die Nutzungskonkurrenz wirkt vielmehr am

¹⁴⁹ Vgl. Tietzel, M. (1981): S. 210.

¹⁵⁰ Vgl. Tietzel, M. (1981): S. 211.

¹⁵¹ Vgl. Pejovich, S. (1997): S. 4 und 148 oder Tietzel, M. (1981): S. 216.

¹⁵² Vgl. Demsetz, H. (1967): S. 354.

¹⁵³ Vgl. hierzu grundlegend Arrow, K. J./Debreu, G. (1954).

Marktsystem vorbei und es kommt zu einem vom Menschen ausgelösten klimatischen Wandel. Dass es nicht zu einer Bewertung der betrachteten Güter der Erdatmosphäre mit Marktpreisen kommt, liegt also nicht an fehlenden Zahlungsbereitschaften, sondern an fehlenden Verfügungsrechten. Dies kann auf die Eigenschaften von Umweltgütern zurückgeführt werden, die sie als sog. Allmende-Güter charakterisieren.¹⁵⁴

2.1.2 Die Erdatmosphäre: Ein Allmende-Gut

Als Allmende-Ressource wird ein natürliches oder vom Menschen geschaffenes Nutzen stiftendes Ressourcensystem bezeichnet, bei dem zwar Rivalität in der Nutzung vorherrscht, niemand innerhalb des Wirkungsbereiches aber von der Nutzung ausgeschlossen wird.¹⁵⁵ Handelt es sich wie z. B. im Falle der Erdatmosphäre um ein regenerierbares Ressourcensystem, lassen sich, wie im vorherigen Abschnitt bereits angedeutet, grundsätzlich zwei Arten der Ressourcennutzung unterscheiden. Ein solches Ressourcensystem kann zum einen als „Quelle“ genutzt werden, so wie etwa Fischgründe als Nahrungsquellen für den Menschen oder Weideflächen als Nahrungsquellen für Nutzvieh genutzt werden. Es kann aber auch als „Senke“ für bestimmte Stoffe dienen. So werden Böden, Seen, Flüsse und die Luft als Deponien für Abfallstoffe gebraucht, wo sie zum Teil von Organismen und durch physikalische Prozesse abgebaut werden. Unabhängig davon, ob regenerierbare Allmenden als Quellen oder Senken genutzt werden, besteht die Gefahr ihrer Übernutzung.¹⁵⁶ Übersteigt die Nutzungsrate die Reproduktionsrate bzw. die Rate der Regenerierbarkeit dauerhaft, wird die regenerierbare Allmende, welche die nutzenstiftenden Ressourceneinheiten hervorbringt, zerstört.¹⁵⁷ Erneuerbare Ressourcen können daher nur dann erfolgreich aufrechterhalten und langfristig genutzt werden, wenn die durchschnittlichen Nutzungsraten höchstens so groß sind wie die durchschnittliche Rate der Regenerierbarkeit. Solange sich externe Bedingungen nicht verändern, bleiben dann Menge und Qualität der Stromgröße konstant.¹⁵⁸

Da die Eigenschaften der Rivalität im Konsum und der Nichtanwendbarkeit des Ausschlussprinzips im Fall der Atmosphäre weltweit vorliegen, gilt sie als globales Allmende-Gut.¹⁵⁹ Das bedeutet, dass sich ein rivaless Gut im gemeinschaftlichen Eigentum aller Menschen befin-

¹⁵⁴ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 61.

¹⁵⁵ Das Wort „Allmende“ als Bezeichnung für Güter mit den genannten Eigenschaften bezog sich ursprünglich auf die mittelalterliche Gemeinschaftsweide, deren Nutzung sämtlichen Bewohnern eines Dorfes gestattet war, vgl. Müller, C./Tietzel, M. (1998): S. 163.

¹⁵⁶ Neben den regenerierbaren kann es insbesondere bei nicht regenerierbaren Allmenden zu Übernutzungsphänomenen kommen. Solche Allmenden liegen der in dieser Arbeit thematisierten Problematik allerdings nicht zugrunde, sodass an dieser Stelle auf die Besonderheiten der Übernutzung von nicht regenerierbaren Ressourcen nicht weiter eingegangen wird.

¹⁵⁷ Vgl. Ostrom, E. (1990): S. 32.

¹⁵⁸ Vgl. Ostrom, E. (1990): S. 30.

¹⁵⁹ Vgl. Paavola, J. (2008): S. 323.

det.¹⁶⁰ Solange jedoch von der Nutzung dieses Gutes niemand ausgeschlossen wird, besteht die Gefahr, dass es übernutzt wird, und es zu externen Schädigungen kommt.¹⁶¹ *Hardin* prägte dafür den Begriff „Tragedy of the commons“ bzw. „Tragik der Allmende“. Dieser Begriff beschreibt den Prozess einer „anarchischen“ Übernutzung eines Allmende-Gutes, bis ein gleichgewichtiger, stabiler Zustand der vollständigen Rentenaufzehrung erreicht ist.¹⁶² Konkret handelt es sich bei dem hier betrachteten Allmende-Gut um die Erdatmosphäre in ihrer Nutzungsdimension als Deponie für Treibhausgase.¹⁶³ Solange niemand von der Nutzung der Atmosphäre als Deponie ausgeschlossen wird, kann man von einer „Tragik der Allmende“ sprechen:¹⁶⁴ Zwar ist es den Menschen technisch möglich, unabhängig voneinander beliebige Mengen Treibhausgase zu emittieren, doch mit jedem emittierten Molekül $\text{CO}_{2\text{eq}}$ nimmt die Fähigkeit der Atmosphäre zur Wärmeabsorption zu und es kommt zur Beeinträchtigung der Umweltqualität, die das herrschende Klima bietet. Die Rivalität in der Nutzung der Atmosphäre als Treibhausgassenke äußert sich also darin, dass die Menge an Treibhausgasen, welche die Atmosphäre aufnehmen kann, ohne dass es zur Veränderung des vorherrschenden Klimas kommt, begrenzt ist.¹⁶⁵ Fehlende Anwendbarkeit des Ausschlussprinzips bedeutet, dass jeder die Atmosphäre als Deponie für Treibhausgase nutzen kann, ohne daran von Dritten gehindert werden zu können: Jeder kann die Allmende nutzen, ohne berücksichtigen zu müssen, dass ihre Nutzung als Senke und die Nutzung des vorherrschenden stabilen Klimas nicht unabhängig voneinander sind.

2.1.3 Die Übernutzung der Erdatmosphäre als Auslöser negativer Externalitäten

Aus ökonomischer Sicht stellen die Folgen, die aufgrund des anthropogenen Klimawandels ausgelöst werden, technologische externe Effekte einer auf Kohlenstoff basierenden industriellen Güter- und Dienstleistungsproduktion sowie von Konsumaktivitäten dar, welche mit der Emission von Treibhausgasen einhergehen. Technologische externe Effekte liegen dann vor, wenn in der Nutzenfunktion eines Wirtschaftssubjektes A ein Faktor enthalten ist, der von A nicht voll-

¹⁶⁰ Vgl. *Goodstein, E. (2008)*: S. 34.

¹⁶¹ Vgl. für eine erste ökonomische Analyse des Übernutzungsphänomens eines Allmende-Gutes *Gordon, S. (1954)*, der dieses Problem anhand von Fischpopulationen in internationalen Gewässern beschreibt.

¹⁶² Vgl. *Müller, C./Tietzel, M. (1998)*: S. 171. Die Autoren nehmen eine ökonomische Analyse der Allokationswirkungen von Allmende-Gütern vor und diskutieren mögliche Lösungsansätze. Insoweit Umweltgüter, bspw. Weidegründe, betrachtet werden, wird Bezug auf ihre Nutzungsdimension als Quelle nutzenbringender Stoffe genommen. Die Übernutzung der Atmosphäre ist allerdings ein Problem der Übernutzung einer Senke. Der entscheidende Unterschied in der Analyse liegt in der Identifikation dessen, was als nicht beliebig groß charakterisiert wird. Das Ergebnis der ökonomischen Analyse ist hingegen auf Situationen begrenzter Assimilationskapazitäten von Umweltgütern übertragbar, vgl. *Paavola, J. (2008)*: S. 323. Vgl. grundlegend für die ökonomische Analyse von Allmende-Gütern *Hardin, G. (1968)*.

¹⁶³ Vgl. *Ströbele, W. (1998)*: S. 183.

¹⁶⁴ Vgl. *Paavola, J. (2008)*: S. 324.

¹⁶⁵ Vgl. *Paavola, J. (2008)*: S. 323.

ständig kontrolliert werden kann.¹⁶⁶ Stattdessen wird dieser Faktor in der Nutzenfunktion des A von den Handlungen eines Wirtschaftssubjektes B beeinflusst. Dabei ist diese Beeinflussung so gestaltet, dass B den A nicht kompensiert, wenn die Handlungen des B die Nutzenfunktion des A negativ beeinflussen. Ebenso verhält es sich umgekehrt. A wird den B nicht kompensieren, wenn A aufgrund der Handlungen des B Nutzenzuwächse erlangt.¹⁶⁷ Im Gegensatz zu pekuniären externen Effekten kommt es bei Vorliegen technologischer externer Effekte nicht zu einer Berücksichtigung der von der Beeinflussung geänderten relativen Knappheitsverhältnisse in den Marktpreisen der betroffenen Ressourcen.¹⁶⁸ Ein negativer externer Effekt liegt, hier bei Zugrundelegung einer utilitaristischen Wohlfahrtsfunktion, dann vor, wenn der marginale Nutzenzuwachs, den der Verursacher der Externalität (B) verspürt, kleiner ist, als der davon ausgelöste marginale Nutzenentgang bei dem Geschädigten (A); die soziale Wohlfahrt sinkt.¹⁶⁹

Verursacher der negativen externen Effekte, die im Rahmen des anthropogenen Klimawandels erwartet werden, sind all jene Wirtschaftssubjekte, die Prozesse veranlassen, in deren Folge es zur Emission von Treibhausgasen kommt. Ebenso zählen zu den Verursachern jene, die Handlungen durchführen, welche die Aufnahmefähigkeit von Treibhausgasen beeinträchtigen.¹⁷⁰ D. h., dass nahezu sämtliche ökonomischen Aktivitäten aus den Bereichen Energieversorgung, Transportwesen, industrielle Produktion und Landnutzung mit der Immission von Treibhausgasen in die Atmosphäre einhergehen.

Für die Klimawirksamkeit eines in die Atmosphäre eingebrachten Treibhausgasmoleküls ist dabei der Emissionsort irrelevant.¹⁷¹ Die durch Emissionsaktivität ausgelösten externen Effekte wirken weltweit, weswegen Treibhausgase auch als Globalschadstoffe bezeichnet werden.¹⁷² Das bedeutet unter anderem, dass Auswirkungen von Treibhausgasemissionen nicht an den territorialen Grenzen eines Staates haltmachen. Die an einem Ort spürbaren Auswirkungen der Treibhausgasemission, d. h. klimatisch bedingte Schadensereignisse, stehen in keinem kausalen Zusammenhang mit der Menge der jeweils an diesem Ort ausgestoßenen Treibhausgase. Unabhängig von staatlichen Grenzen trägt also jedes fossile Kohlenstoffmolekül, das vom Menschen in die Atmosphäre entlassen wird, zum Wandel des Klimas bei. Potenzielle Geschädigte im

¹⁶⁶ Vgl. *Fritsch, M. (2011)*: S. 80 f. Technologische externe Effekte wirken, wie im Folgenden beschrieben, auch in Produktionsfunktionen. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird allerdings im Text nicht weiter differenziert.

¹⁶⁷ Vgl. *Pigou, A. C. (1978 [1932])*: S. 183.

¹⁶⁸ Vgl. *Pigou, A. C. (1978 [1932])*: S. 188 f.

¹⁶⁹ Vgl. *Pigou, A. C. (1978 [1932])*: S. 184 f.

¹⁷⁰ Letzteres bezieht sich auf Maßnahmen der Landnutzungsänderung. Im Vergleich zu einem Waldgebiet, das zum Zwecke der Viehhaltung oder Landwirtschaft gerodet worden ist, sind Agrar- und Weideflächen in weit geringerem Maße in der Lage, atmosphärisches CO₂ aufzunehmen und in Biomasse umzuwandeln, vgl. *Lange, M./Bruhn, D. (2007)*: S. 7.

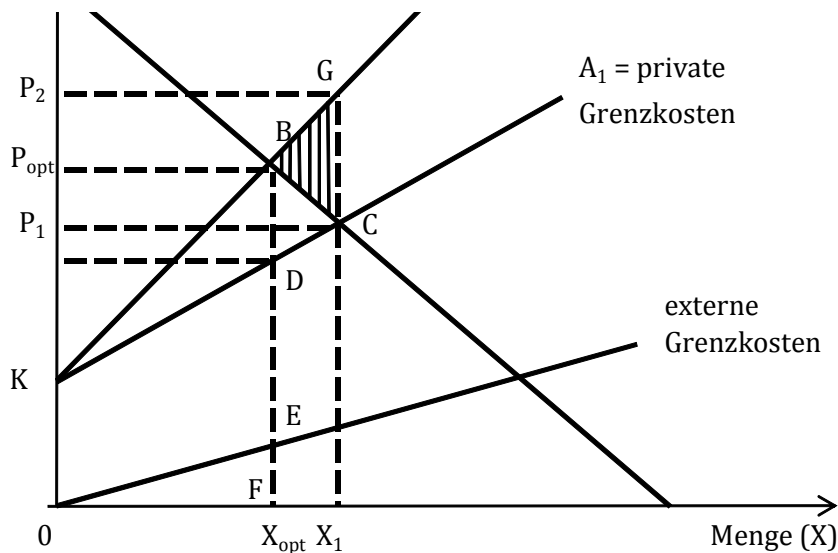
¹⁷¹ Ebenso führt auch der Ort der Absorption und Assimilation von atmosphärischem CO₂ durch Biomasse und Ozeane oder durch technische Verfahren nicht zu unterschiedlich hohen Treibhausgaskonzentrationen in verschiedenen Regionen der Erde.

¹⁷² Vgl. *Kemper, M. (1993)*: S. 75.

Fälle des derzeitigen Klimawandels sind daher alle Menschen, darunter auch die Schadensverursacher.¹⁷³ Global sind durchsetzbare Rechte an der Nutzung der Atmosphäre als Senke für Treibhausgase nicht definiert. Daher kann niemand vom Verursacher klimatischer externer Effekte eine Entschädigung für auftretende Schäden durchsetzen.¹⁷⁴

Werden kostenlos bezogene Umweltgüter in Produktionsprozessen eingesetzt, kommt es zu einer Verzerrung der Kostenstrukturen der jeweiligen Produktionsprozesse sowie der Marktpreise der entsprechenden Endprodukte, weil bestimmte reale Knappheitsrelationen und die damit verbundenen Wertschätzungen unberücksichtigt bleiben.¹⁷⁵ Dieser Zusammenhang und die sich daraus ergebenden Wohlfahrtsfolgen werden in *Abbildung 2a* dargestellt.

Abbildung 2a: Negative technologische Externalitäten



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an *Fritsch, M. (2011): S. 109.*

¹⁷³ Vgl. *Tol, R. S. J. (2009): S. 29.*

¹⁷⁴ So lassen sich die vermiedenen Schäden eines verhinderten Klimawandels als Opportunitätskosten der Nutzung der Atmosphäre als Senke für Treibhausgasemissionen interpretieren. Dafür könnte eine Zahlungsbereitschaft existieren, eine „willingness to avoid“.

¹⁷⁵ Vgl. *Bonus, H. (1972): S. 344.* Die Beschreibung des anthropogenen Klimawandels als Ausdruck des Vorliegens eines Allmendeproblems nicht berücksichtigter Knappheitsrelationen oder als Ausdruck des Vorliegens negativer externer Effekte spiegelt lediglich wider, dass man sich dem empirischen Phänomen von unterschiedlichen Seiten nähern kann. Setzt die Beschreibung an dem betrachteten Umweltgut, hier der Atmosphäre, an, stehen ihre unterschiedlichen konkurrierenden Nutzungsarten im Mittelpunkt der Betrachtung. Ist die ökonomische Tätigkeit hingegen Ausgangspunkt der Beobachtung, stehen die negativen Externalitäten eigener Emissionsaktivitäten auf die Handlungen anderer im Zentrum des Interesses. Beiden „Aspekten“ ist gemein, dass zwei unterschiedliche ökonomische Aktivitäten über das genutzte Ökosystems technologisch miteinander verbunden sind. Diese Verbindung bildet die Basis der Konkurrenzbeziehung verschiedener Nutzungsdimensionen, vgl. *Siebert, H. (2005): S. 7 f.*

Auf der Abszisse ist die Menge X der produzierten Gütereinheiten abgebildet, deren Produktion externe Schädigungen auslöst. Auf der Ordinate sind die Preise abgetragen. N gibt die Marktnachfragefunktion nach dem Gut X an. Aufgrund des angenommenen fallenden Grenznutzens des Gutes X nimmt die marginale Zahlungsbereitschaft mit zunehmender Menge ab. Mit A_1 werden die privaten Grenzkosten der Produktion und damit die Marktangebotskurve des Gutes X dargestellt. Die Kurve der externen Grenzkosten gibt die Höhe der bewerteten Schädigungen an, die aufgrund der Produktion des Gutes X ausgelöst werden. Im Fall des anthropogenen Klimawandels handelt es sich hierbei um den Verlauf der „Social Costs of Carbon“ in Abhängigkeit von der Ausbringungsmenge des Gutes X . Die ansteigende externe Grenzkostenfunktion visualisiert den Umstand, dass mit ansteigendem Treibhausgasausstoß ein zunehmendes Schädigungsausmaß entsteht.

Solange die Produzenten die Kosten der externen Schädigungen in ihrer Preiskalkulation nicht berücksichtigen müssen, ergibt sich Punkt C als Marktgleichgewicht. Hier wird zum Preis P_1 die Menge X_1 abgesetzt.¹⁷⁶ Die Fläche PCP_1 stellt hier die Konsumentenrente dar, d. h. den Überschuss der gesamten Zahlungsbereitschaft über den Gesamtumsatz. Die Fläche P_1CK stellt die Produzentenrente, d. h. den Gewinn der Produzenten dar. Als Summe der Konsumenten- und Produzentenrente ergibt sich der soziale Überschuss als Fläche KCP .

Der Marktpreis P_1 beinhaltet lediglich Informationen über diejenigen Kosten, die unmittelbar als bewerteter Ressourcenverzehr beim Produzenten selbst anfallen, die sog. privaten Grenzkosten der Produktion. Nicht berücksichtigt werden die externen Grenzkosten der Produktion, die sich infolge der Nutzung von Umweltgütern – hier der Atmosphäre – ergeben, und die von Dritten in Form von externen Schädigungen getragen werden. Wenn aber nicht sämtlicher Ressourcenverzehr im Rahmen der Produktionskosten berücksichtigt werden muss, ist die Informationsfunktion des Preises beeinträchtigt; es kommt zu Allokationsverzerrungen.¹⁷⁷ Solange die externen Grenzkosten bei der Preisermittlung unberücksichtigt bleiben, ist der Preis des auf Märkten gehandelten Endproduktes im Vergleich zum sozialen Marktoptimum zu gering. Zudem ist die abgesetzte Menge des Gutes X zu hoch, d. h. der zu niedrige Preis, bewirkt eine Überproduktion „klimaschädlicher“ Produkte.¹⁷⁸

Dies zeigt ein Vergleich mit einer Situation, in welcher die Anbieter auch die externen Grenzkosten der Produktion berücksichtigen. Nachdem die externen Grenzkosten zu den privaten Grenzkosten addiert wurden, gibt die Kurve der sozialen Grenzkosten A_2 den Wert des gesamten Ressourcenverzehrs der Produktion an. In Punkt B ergibt sich ein neuer Schnittpunkt der Angebotskurve A_2 mit N . Im Vergleich zu C ist der Preis mit P_{opt} nun höher und die Menge mit X_{opt} geringer. Damit sinkt die Konsumentenrente auf PBP_{opt} und die Produzentenrente auf

¹⁷⁶ Vgl. *Fritsch, M. (2011)*: S. 108.

¹⁷⁷ Vgl. *Bonus, H. (1972)*: S. 347.

¹⁷⁸ Vgl. *Siebert, H. (2005)*: S. 18.

KBP_{opt}. Der soziale Überschuss nach Regulierung sinkt von KCP auf KBP, wobei sich die Wohlfahrt insgesamt um BCD verringert. Dem gegenüber steht allerdings die Vermeidung des Nettowohlfahrtsverlustes (oder social deadweight loss) in Höhe von BCG, der als Folge der Regulierung nicht mehr entsteht.¹⁷⁹ Dieser Nettowohlfahrtsverlust bildet sich ohne Regulierung heraus, weil die Produzenten den gesamten bewerteten Güterverzehr, der von der Produktion des Gutes X ausgelöst wird, nicht berücksichtigen müssen. Würden sie diesen vollständig beachten, müsste die Menge X_1 zu einem Preis von P_2 abgesetzt werden. Da dies nicht der Fall ist, wird dieser Teil der Produktionskosten von Dritten als negativer externer Effekt getragen.¹⁸⁰ So kommt jeder Emittent in den vollen Genuss der Nutzung der Erdatmosphäre als Deponie für die von ihm verursachten Treibhausgasemissionen, während die Kosten eines klimatischen Wandels global anfallen.¹⁸¹

Im Vergleich zum Marktoptimum, d. h. einer vollständigen Internalisierung des externen Effektes, fallen ohne Regulierung zwar sowohl eine höhere Produzenten- als auch eine höhere Konsumentenrente an. Hierbei handelt es sich allerdings um bloße Umverteilungseffekte, denn Dritte tragen den nicht bewerteten Verzehr von Umweltgütern in Form von Schädigungen. Liegen zudem die anfallenden sozialen Grenzkosten über der Kurve der marginalen Zahlungsbereitschaften, wirkt zusätzlich zum Umverteilungseffekt stets auch ein allokativer Effekt. Die Gesamtwohlfahrt sinkt dann mit jeder über X_{opt} hinausgehenden Ausbringungsmenge. In einer Gesamtbetrachtung ist das Ausmaß der ausgelösten Schädigungen durch die kostenlose Inanspruchnahme von Umweltgütern als Produktionsfaktor dann größer, als die Gewinn- und Nutzensteigerungen, welche durch die kostenlose Nutzung von Umweltgütern realisiert werden können.

Ebenso wie die Informationsfunktion können Preise auch die Lenkungsfunktion auf Faktormärkten nicht erfüllen, wenn private und soziale Grenzkosten der Produktion nicht übereinstimmen. Gemessen am volkswirtschaftlichen Optimum kann ihr Auseinanderfallen in Abhängigkeit von der zugrundeliegenden Produktionsfunktion zu suboptimalen Faktorkombinationen natürlicher Ressourcen mit anderen Produktionseinsatzfaktoren wie Arbeit, Kapital und Boden führen.¹⁸² In dem Maße, wie die kostenlos nutzbaren Umweltgüter gegen die auf Märkten gehandelten Faktoren substituierbar sind, werden sie über das effiziente Maß eingesetzt. Ist der Grad der Substituierbarkeit hoch genug und eine benötigte Ökosystemleistung kostenlos nutzbar, wie es bei der Deponieleistung der Atmosphäre der Fall ist, wird der natürliche Produktionseinsatzfaktor bis zur Sättigungsmenge nachgefragt, d. h. bis zu dem Punkt, an dem

¹⁷⁹ Mit diesem Standardansatz werden in der komparativ-statischen Analyse die Wohlfahrtsfolgen externer Effekte üblicherweise dargestellt, vgl. *Pindyck, R. S./Rubinfeld, D. L. (2003): S. 416.*

¹⁸⁰ Vgl. *Bonus, H. (1972): S. 348.*

¹⁸¹ Vgl. *Goodstein, E. (2008): S. 35.*

¹⁸² Vgl. *Siebert, H. (2005): S. 17.*

der Grenznutzen der Emission null beträgt.¹⁸³ Ohne Preise ist eine optimale Nutzung von Umweltgütern auf Märkten nicht möglich.

Solange die Nutznießer von Umweltgütern ihre Wertschätzung dafür nicht äußern müssen, können die Marktpreise produzierter Güter und Dienstleistungen nicht die „wahren“ relativen Knappheiten der Produktionseinsatzfaktoren anzeigen. Aber nur wenn Preise diese Funktion erfüllen, können effiziente Konsum- und Produktionsentscheidungen allein auf Grundlage von Preisen getroffen werden. Die Verzerrung der Preise führt hier zu einer fundamentalen Fehlallokation von Produktionsfaktoren zugunsten umwelt- und klimaschädigender Produktionstechniken.¹⁸⁴ Denn das Preissystem kann auf die Veränderung relativer Knappheiten nicht reagieren, obwohl sich durch den Eintrag von Treibhausgasen die Qualität des Umweltgutes vermindert.¹⁸⁵ D. h., der Markt ist weder in der Lage, Anreize zu setzen, die zu einer verringerten Inanspruchnahme der entsprechenden natürlichen Ressourcen und Ökosysteme führen, noch ist er fähig, die schadenauslösenden Folgen zu begrenzen.¹⁸⁶ Die Atmosphäre wird von allen Menschen genutzt, als ob sie ein freies Gut wäre.¹⁸⁷ Es liegt Marktversagen vor.¹⁸⁸

2.2 Ziele von Klimaschutzpolitik

Mit der Feststellung, dass negative Externalitäten vorliegen, die der Markt nicht in optimaler Weise zu internalisieren vermag, könnte eine notwendige Bedingung für einen Eingriff des Staates in das Marktgeschehen erfüllt sein, der für die wohlfahrtsverbessernde Internalisierung der externen Effekte sorgt. Die Frage danach, inwieweit die externen Effekte internalisiert werden sollen, ist zugleich eine Frage nach dem Ziel, welches mit der Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen erreicht werden soll.

2.2.1 Zielbestimmung auf Basis eines Effizienzstandards

Ziel einer an Effizienz ausgerichteten Klimaschutzpolitik ist nicht, die Schaden verursachenden Tätigkeiten gänzlich zu vermeiden, sondern sie auf ein bestimmtes Maß zurückzuführen. Denn nicht nur der Klimawandel selbst löst ressourcenverzehrende Anpassungsprozesse und Schädigungen aus; auch für seine Vermeidung müssen Ressourcen eingesetzt werden. Die Frage nach

¹⁸³ Vgl. Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 679.

¹⁸⁴ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 18.

¹⁸⁵ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 17.

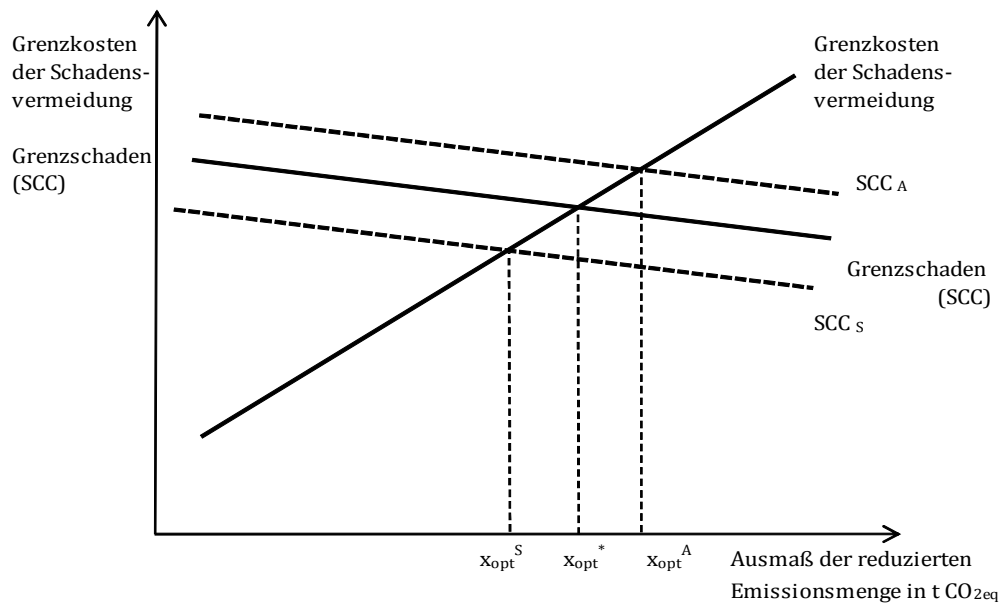
¹⁸⁶ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 18. So betrachtet ist es also fraglich, ob der Klimawandel tatsächlich, wie von Stern behauptet, das größte Marktversagen der Menschheitsgeschichte darstellt. Wenn man die Etablierung von Rechten als originäre Staatsaufgabe auffasst, müsste man wohl eher vom größten Staats- bzw. Regulierungsversagen der Menschheitsgeschichte sprechen.

¹⁸⁷ Vgl. für den technischen Zusammenhang der Übernutzung von Umweltgütern und fehlenden Verfügungsrechten Bonus, H. (1972): S. 342.

¹⁸⁸ Vgl. Weimann, J. (2009a): S. 140.

dem optimalen Klimaschutzniveau wird ökonomisch mittels Gegenüberstellung der anfallenden Kosten und Nutzen beantwortet. Das optimale Klimaschutzniveau ist erreicht, wenn sich die Grenzkosten der Vermeidung und die Grenzscha­den des Klimawandels entsprechen.¹⁸⁹ Mit einer Reallokation knapper Ressourcen auf eine andere Kombination möglicher Handlungsoptionen kann dann kein zusätzlicher Wohlfahrtsgewinn mehr erzielt werden. *Abbildung 2b* verdeutlicht diesen Zusammenhang graphisch.

Abbildung 2b: Optimales Schädigungs­ausmaß der anthropogenen Klimabeeinflussung



Quelle: In Anlehnung an *Stern, N. (2007): S. 29.*

Abgetragen ist auf der Abszisse das Ausmaß der reduzierten Emissionsmenge in Tonnen $\text{CO}_{2\text{eq}}$. Auf der Ordinate sind die Grenzkosten von Vermeidungsmaßnahmen und die Höhe des Grenzscha­dens abgetragen. Dem Verlauf der Grenzscha­densfunktion (im weiteren Verlauf Grenzscha­dens- oder SCC (Social Costs of Carbon)-Kurve) liegt die Annahme zugrunde, dass mit steigenden Treibhausgasemissionen steigende Grenzscha­den verbunden sind. Für klimapoliti­sche Maßnahmen gilt also, dass der Grenznutzen von Vermeidungsmaßnahmen mit zunehmendem Vermeidungsausmaß sinkt. Für den Verlauf der Grenzkostenfunktion der Schadensvermeidung wird unterstellt, dass mit zunehmender Reduktion der Emissionsmenge die Vermeidungskosten für jede vermiedene Schädigungseinheit ansteigen. So sind die ersten Einheiten der Schadensvermeidung vergleichsweise kostengünstig zu haben, wenn z. B. auf die Emission von Treibhausgasen verzichtet wird, die nur aus Gründen der Bequemlichkeit entstehen. Ein Beispiel dafür wäre das Lauflassen eines PKW-Motors während längerer Wartezeiten wie etwa an einem Bahnübergang oder in einem Stau. Die vollständige Umstellung sämtlicher Produktionsprozesse auf Techniken, bei denen keine Treibhausgase fossilen Ursprungs emittiert werden,

¹⁸⁹ Vgl. *Stern, N. (2007): S. 28.*

bedeutet hingegen, dass dazu ein maximaler Betrag erforderlicher Finanzierungsmittel eingesetzt werden muss.

Das Ziel einer optimalen Internalisierung von externen Effekten ist erreichbar, sofern die dazu nötigen Informationsvoraussetzungen gegeben sind. Um das optimale Klimaschutzniveau bestimmen zu können, sind exakte Informationen über die Geschwindigkeit und das Ausmaß des klimatischen Wandels sowie über sämtliche Rückkopplungsmechanismen notwendig. Das Schadenspotenzial muss also zutreffend prognostiziert werden. Das bedeutet insbesondere, dass nicht nur die Menge bereits emittierter Mengen CO_2 , sondern auch der Verlauf der zukünftigen Treibhausgasemissionen bekannt sein muss. Dieser hängt u. a. von der zukünftigen wirtschaftlichen, technologischen und der Bevölkerungsentwicklung ab. Jeder der aufgelisteten Einflussfaktoren kann Lage und Steigung der Grenzschedenskurve beeinflussen. Zudem müssten alle Informationen über Faktoren bekannt sein, von denen die Höhen der Vermeidungs- und Anpassungskosten abhängen können.¹⁹⁰

Ein auf diese Weise ermitteltes Optimum an Vermeidungsaktivitäten bzw. Emissionsmengen gilt allerdings nur für einen bestimmten Punkt in der Zeit. Das Problem des Klimawandels erstreckt sich hingegen über viele Zeitpunkte hinweg. Eine für alle zukünftigen Zeitpunkte gleichbleibende optimale Menge vermiedener Emissionen lässt sich mit Hilfe dieses statischen Konzepts daher nicht abbilden.¹⁹¹ Problematisch ist zudem, dass sich mit Klimaschutzmaßnahmen nur eine Stromgröße innerhalb des Klimasystems beeinflussen lässt. Für das Ausmaß des Treibhauseffektes ist aber das atmosphärische Konzentrationsniveau an Treibhausgasen ausschlaggebend, eine Bestandsgröße. Im Vergleich zum Ausmaß möglicher Klimaschäden, das beträchtlich ausfallen kann, verläuft die Grenzschedenskurve SCC daher relativ flach. Nach Ablauf einer Periode mit Emissionsaktivität, bspw. einem Jahr, nimmt das atmosphärische Konzentrationsniveau zu und entsprechend der Annahme des steigenden Grenzschedensverlaufs verschiebt sich die Lage der Grenzschedenskurve SCC nach oben, bspw. auf SCC_A .¹⁹² Fällt innerhalb einer Periode das Emissionsniveau unter die Absorptionsrate von Treibhausgasen, verlagert sich die Grenzschedenskurve SCC nach unten, etwa auf SCC_S . Die Lage der Grenzschedenskurve verschiebt sich also von Periode zu Periode in Abhängigkeit von den Veränderungen des Konzentrationsniveaus. Mit dieser Verschiebung ändert sich im Zeitablauf ebenfalls das durch den Schnittpunkt der Grenzvermeidungskostenkurve mit der Grenzschedenskurve markierte Optimum an Treibhausgasemissionen. Zudem kann der technische Fortschritt das optimale Klimaschutzniveau im Zeitablauf verändern, indem sich die Lage der Grenzvermeidungskostenkurve verschiebt. Statt *einer* bestimmten Emissionsmenge müsste im Rahmen der Festlegung des optimalen Klimaschutzziels also vielmehr ein dynamischer optimaler Emissionspfad bestimmt werden,

¹⁹⁰ Vgl. Stern, N. (2007): S. 30.

¹⁹¹ Vgl. Stern, N. (2007): S. 29.

¹⁹² Vgl. Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007): S. 822.

der aus unterschiedlichen periodenbezogenen Optima besteht.¹⁹³ Unter der Bedingung vollständiger Informationen kann die Bestimmung eines solchen Ziels gelingen.

2.2.1.1 Die Zielfestlegung als das Ergebnis von Individualentscheidungen

Fehlende Verfügungsrechte an der Deponiekapazität der Erdatmosphäre für Treibhausgase können als Begründung für die exzessiven Treibhausgasemissionen des Menschen angeführt werden.¹⁹⁴ Dem Staat könnte daher die Aufgabe zufallen, die relevanten Verfügungsrechte an der Atmosphäre vollständig zu spezifizieren, zuzuweisen und anschließend durchzusetzen, um dafür Sorge zu tragen, dass die Treibhausgasemissionen zurückgeführt werden.¹⁹⁵

Sollte eine solche Privatisierung gelingen, wäre es möglich, die externen Effekte der Treibhausgasemissionen zu internalisieren, ohne dass ein weitreichender Staatseingriff in Produktionsprozesse und Konsumhandlungen nötig wäre.¹⁹⁶ Denn nach erfolgter Privatisierung der Verfügungsrechte könnten sich die Individuen auf dem Wege der Verhandlung auf eine optimale Lösung des Problems der verschiedenen sich ausschließenden Nutzungsdimensionen der Atmosphäre einigen.¹⁹⁷ Im Ergebnis würde die Nutzung der Atmosphäre in Abhängigkeit von den individuellen Wertschätzungen erfolgen, die ihr beigemessen werden und die auf Märkten vollständig offenbart werden müssten. Es fände eine Art Selbstregulierung statt, in der mögliche Externalitäten soweit reduziert würden, wie es die Betroffenen für nötig befänden. Dieser Verhandlungsansatz zur Internalisierung externer Effekte hätte eine ökonomisch effiziente Allokation zur Folge.¹⁹⁸ Bedeuten könnte dies, neben einer nachhaltigen Nutzung des Umweltgutes, sowohl dessen Übernutzung als auch dessen Zerstörung. Wenn die Transaktionskosten null betragen, wird das Nutzungsrecht von demjenigen erworben, der für das Recht die höchste Wertschätzung hat.¹⁹⁹

Wenn es Gesellschaften aber nicht gelingt, die Rechte an der Nutzung der Atmosphäre zu spezifizieren, gelingt auch die Ermittlung der optimalen Schädigungsmenge durch den Markt

¹⁹³ Vgl. Stern, N. (2007): S. 30.

¹⁹⁴ Vgl. Kap. 2.1.1.

¹⁹⁵ Vgl. Boudreaux, D. J. (1994): S. 179.

¹⁹⁶ Vgl. Demsetz, H. (1967): S. 356.

¹⁹⁷ Dieses Konzept der gleichzeitigen Bestimmung eines optimalen Schädigungsniveaus und eines Mechanismus, dieses Niveau auch zu erreichen, wurde erstmals von Coase, R. H. (1960) in die ökonomische Literatur eingebracht. In seiner Arbeit legt Coase insbesondere dar, dass die Ausgangsverteilung der Rechte an der entsprechenden Ressource keinen Einfluss auf die Höhe der optimalen Schädigungsmenge hat; solange zumindest, wie Transaktionskosten nicht berücksichtigt werden. Unabhängig davon, ob den Schädigern zunächst ein Recht auf Schädigung zugesprochen wird, oder die Geschädigten ein Abwehrrecht besitzen, liegt das stabile Verhandlungsergebnis in der Einigung auf die optimale Schädigungsmenge. Vgl. hierzu Coase, R. H. (1960): S. 8.

¹⁹⁸ Vgl. Coase, R. H. (1960): S. 42.

¹⁹⁹ Vgl. Boudreaux, D. J. (1994): S. 181.

nicht.²⁰⁰ Dies ist im Falle der Nutzung der Atmosphäre durch den Menschen aus vielerlei Gründen zu erwarten. Da die Konzentrationshöhe an Treibhausgasen in der Atmosphäre ausschlaggebend ist, müsste die Ausgestaltung der Nutzungs- und Ausschlussrechte an der atmosphärischen Immissionsmenge ansetzen. Aber selbst, wenn die Formulierung eines solchen Immissionsrechtes gelänge, dürfte dessen Durchsetzung nicht gelingen. Für den Eigentümer des Immissionsrechtes wäre insbesondere der Ausschluss Unberechtigter wohl mit prohibitiv hohen Transaktionskosten verbunden. Denn wie sollte ein nicht zahlender Nutzer der Atmosphäre, der als Emittent einen Anstieg der Treibhausgaskonzentration und der damit einhergehenden klimatischen Folgeschäden zu verantworten hat, überhaupt ausfindig gemacht werden? Seine Identität dürfte nur dann ermittelbar sein, wenn die Emission von Treibhausgasen aus unterschiedlichen Emissionsanlagen mit einer lesbaren unverwechselbaren Signatur versehen wäre, die einen eindeutigen Rückschluss auf die Emissionsquelle zuließe. Da ein solcher „Fingerabdruck“ auf molekularer Ebene der atmosphärischen Treibhausgase, zumindest derzeit, nicht realisierbar ist, ist die Zurechnung einer gemessenen Konzentrationserhöhung auf einen bestimmten Emittenten nicht möglich.

Problematisch wäre für die Verhandlungsteilnehmer zudem, dass ein bestimmter Schaden auslösendes Wetterereignis niemals eindeutig der menschlichen Klimabeeinflussung zugeschrieben werden kann, weil es auch im Rahmen der natürlichen Klimavariabilität auftreten kann. Der Wert eines spezifischen Verschmutzungsrechtes kann daher kaum ermittelt werden. Die Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels lassen sich nur statistisch erfassen. Das bedeutet, selbst wenn eine eindeutige Zuordnung atmosphärischer Treibhausgasmoleküle auf ihre Emittenten möglich wäre, könnte ein ausgelöster Schaden nicht auf bestimmte Moleküle zurückgeführt werden und damit keinem bestimmten Emittenten angelastet werden. So haben die Schadensverursacher geringe Anreize, über das Ausmaß der Nutzung der Atmosphäre zu verhandeln und mögliche Kompensationszahlungen zu leisten. Und auch die potenziell Geschädigten sind nicht bereit, Zahlungen an bestimmte potenzielle Schädiger zu leisten, wenn mit den bezahlten Emissionsreduktionen der Schadenseintritt nicht verhindert werden kann.

Neben Problemen der Rechtespezifizierung stellt auch die Anzahl der möglichen Verhandlungsteilnehmer ein Problem für die Umsetzung dieser *Coase'schen* Verhandlungslösung als Mittel zur Internalisierung der negativen Externalitäten des Klimawandels dar; jedenfalls dann, wenn die Annahme fehlender Transaktionskosten aufgehoben wird.²⁰¹ Denn je größer die Anzahl potenzieller Schädiger und Geschädigter ist, desto mehr Verhandlungen sind zu führen. Da vom Klimawandel sämtliche Menschen betroffen sind, müssten alle potenziellen Schädiger mit sämtlichen Menschen in Verhandlung treten. Die Transaktionskosten des Verhandlungsansatzes

²⁰⁰ Vgl. Medema, S. G. (1999): S. 215.

²⁰¹ Vgl. Boudreaux, D. J. (1994): S. 182.

dürften daher prohibitiv hoch ausfallen.²⁰² Dieses Transaktionskostenproblem spricht, weil es an einer Variation der zugrundeliegenden Annahmen ansetzt, zwar nicht gegen die Gültigkeit des *Coase*-Theorems, aber es verdeutlicht die Schwierigkeiten, die mit der Verwendung der Verhandlungslösung als Mittel der Klimapolitik einhergehen.²⁰³

Ein weiteres Problem der Festlegung eines Klimaschutzzieles auf dem Wege der Verhandlung zwischen Schädigern und Geschädigten liegt darin, dass sich nur ein Teil der schädlichen Auswirkungen eines Klimawandels bereits in der Gegenwart niederschlägt. Dies liegt zum einen daran, dass das Klimasystem träge auf die atmosphärische Kumulation von Treibhausgasen reagiert und die Folgen des Klimawandels erst mit einer Zeitverzögerung eintreten. Zum anderen wird sich ein Großteil der negativen Klimafolgen erst bei höheren, bislang noch nicht erreichten atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen einstellen, nämlich dann, wenn die entsprechenden Schwellen an atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen erreicht worden sind. D. h., auch wenn einige Auswirkungen bereits heute spürbar sind, liegt für den Großteil der zu erwartenden Schäden eines Klimawandels aktuell keine wechselseitige Beziehung zwischen Schädigern und Geschädigten vor. Wenn sich aber die Generation der Schadensverursacher und jene der Schadensträger nicht überschneiden, können sie keine Verhandlungen führen. Die Bedingung, dass sich zwei Parteien mit unterschiedlichen Interessen und Zahlungsbereitschaften gegenüberstehen, die über die Allokation der Nutzungsrechte auf freiwilliger Basis verhandeln, wäre dann nicht erfüllt.²⁰⁴ Die Nutzungsmöglichkeiten liegen vollständig in den Händen der jeweils lebenden Generation. Damit ist jede nachfolgende Generation vom wohlwollenden Verhalten der jeweils vorangegangenen Generationen abhängig. Allein mit Hilfe der Etablierung von Verfügungsrechten kann die Festlegung eines Klimaschutzzieles also nicht gelingen.

2.2.1.2 Die Zielfestlegung als das Ergebnis von Kollektiventscheidungen

Eine Alternative zur klimapolitischen Zielbestimmung auf Basis von Individualentscheidungen stellt die Zielfestlegung in Kollektiventscheidungen dar. Die Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen und die Beantwortung der Frage, in welchem Umfang mögliche Klimaschäden vermieden werden sollten, werden dann zu politischen Aufgaben. Doch auch in diesem Fall ist das

²⁰² Eine effiziente Allokation von Verschmutzungsrechten kann bei prohibitiv hohen Verhandlungskosten nur dann erreicht werden, wenn die Rechte bereits zu Beginn in den Händen derjenigen liegen, welche die größte Wertschätzung für sie aufweisen. Diese Information besitzt der Staat, der die Rechte zuteilt, aber nicht. Diese Information würde dem Staat erst dann bekannt, sobald sich Geschädigte und Schädiger auf dem Verhandlungsweg geeinigt hätten. Vgl. *Boudreaux, D. J. (1994): S. 182*. Zudem kann gezeigt werden, dass die Ausgangsverteilung nicht nur die Verteilung möglicher Renten bestimmt, sondern dass auch die Allokation beeinflusst wird, vgl. *Samuelson, W. (1985): S. 337*.

²⁰³ Vgl. *Boudreaux, D. J. (1994): S. 183* und *Medema, S. G. (1999): S. 219*. Bereits *Coase* hat darauf hingewiesen, dass das von ihm aufgestellte Theorem möglicherweise für Probleme der Luftverschmutzung nicht anwendbar ist, vgl. *Coase, R. H. (1960): S. 18*.

²⁰⁴ Die Erfüllung dieser Bedingung ist aber notwendig, damit es zu einer effizienten Allokation kommt, vgl. *Boudreaux, D. J. (1994): S. 181*.

intergenerationale Optimierungsproblem ebenso fundamental wie zuvor beschrieben: Ob Klimaschutzmaßnahmen durchgeführt werden, liegt allein in der Hand der Entscheidungsträger der heutigen Generation. Doch ebendiese Generation – zumindest jener Teil davon, der über ausreichende finanzielle Ressourcen zur Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen verfügt – ist voraussichtlich nicht von den schädlichen Auswirkungen eines Klimawandels betroffen. Dies gilt sowohl in regionaler Hinsicht, nämlich für die bereits jetzt spürbaren Auswirkungen, als auch in zeitlicher Hinsicht, schließlich wird der Großteil der erwarteten Schäden erst in einigen Jahrzehnten auftreten. Und selbst jene möglichen zukünftigen Schäden, die ein Entscheider für die geschätzte Dauer seines eigenen Lebens zu erwarten hat, werden i. d. R. diskontiert und zum Gegenwartswert berücksichtigt. D. h., je weiter die möglichen Schadensereignisse in der Zukunft liegen, desto weniger Berücksichtigung finden sie in heutigen Entscheidungsprozessen. Heutige Entscheidungsträger profitieren also von Klimaschutzmaßnahmen, wenn überhaupt, nur in geringem Umfang. Die Kosten der Umsetzung von Vermeidungsmaßnahmen jedoch sind, etwa wenn sie durch Steuern finanziert werden, unmittelbar und individuell spürbar. So ist es möglich, dass sich heutige Entscheidungsträger auf ein relativ niedriges Klimaschutzniveau festlegen, das aus Sicht der aktuellen Generation optimal ist, nicht jedoch aus einer generationenübergreifenden Sicht.

Ein Vergleich zweier hypothetischer Entscheidungssituationen soll diesen Gedankengang verdeutlichen: Unterstellt man Entscheidungsträgern ein eigeninteressiertes Rationalverhalten, mithin eines, das dem des „homo oeconomicus“²⁰⁵ entspricht, dürfte sich das gemeinsam festgelegte optimale Klimaschutzniveau in einer Gruppe, in der ausschließlich die heute lebende Generation vertreten ist, von demjenigen optimalen Klimaschutzniveau unterscheiden, das man sich als das Ergebnis einer Entscheidungssituation vorstellen könnte, in der alle vom Klimawandel betroffenen Generationen gemeinsam über das zulässige Ausmaß des Klimawandels befinden würden. Die optimale Menge vermiedener Treibhausgasemissionen wäre in der zweiten Entscheidungssituation größer als in der ersten. In der ersten Entscheidungssituation würde die Lage der Grenzschadenskurve nämlich, u. a. aufgrund der Nichtberücksichtigung der zeitlich dem Leben der Entscheidungsträger nachgelagerten Schadensereignisse, deutlich unterhalb einer Grenzschadenskurve verlaufen, die in der zweiten hypothetischen Entscheidungssituation als Entscheidungsgrundlage dienen würde. Denn im Gegensatz zur ersten, würden in der zweiten Entscheidungssituation die generationenübergreifenden Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt werden. Doch auch in der zweiten Entscheidungssituation gibt es Gründe, die vermuten lassen, dass es nicht zur Vereinbarung von besonders ambitionierten Klimaschutzzielen kommen würde. Die möglichen Wohlfahrtsverluste, gemessen an einer Situation ohne Klimawandel, fallen regional nicht gleichmäßig, sondern sehr ungleichmäßig verteilt an. Bei mode-

²⁰⁵ Eine luzide Darstellung der Axiomatik der Rationalverhaltenshypothese bieten Böventer, E. et al. (2003): S. 57 ff.

raten Temperaturveränderungen bieten sich in einigen Erdregionen sogar Möglichkeiten zu Nutzen- und Gewinnsteigerungen.²⁰⁶ Da veränderte klimatische Bedingungen unterschiedliche Auswirkungen auf die individuellen Nutzenfunktionen von Menschen haben, sind Klimaschutzmaßnahmen in unbestimmter Höhe auf einer individuell-rationalen Ebene nicht für jeden Einzelnen vorteilhaft. D. h., selbst wenn eine die generationenübergreifende Sicht eingenommen würde, ist nicht jedes mögliche Ausmaß des Klimawandels für jede Person ausschließlich mit Kosten verbunden. Sofern die Abschätzungen zu den Kosten des Klimawandels zutreffen, gilt dies erst ab einer Temperaturerhöhung um 2 - 3 °C gegenüber vorindustriellem Niveau.²⁰⁷

Die Frage, welches Klimaschutzniveau optimal ist bzw. inwieweit heutige Entscheidungsträger die Kosten eines Klimawandels berücksichtigen sollten, kann erst beantwortet werden, wenn klar ist, auf Basis welchen Werturteils die Antwort erfolgen soll. Handelt es sich dabei um das an der individuellen Gewinn- bzw. Nutzenmaximierung ausgerichtete Konzept ökonomischer Rationalität, wird sich der generationenübergreifende Teil der Externalitäten von Treibhausgasemissionen nicht im Kalkül heutiger Entscheidungsträger finden lassen. Etwaige Informationen über langfristige Folgen des Klimawandels werden vom homo oeconomicus nicht berücksichtigt.

2.2.2 Zielbestimmung auf Basis ökonomischer Folgekostenabschätzungen

Die bislang vorliegenden ökonomischen Untersuchungen kommen jeweils zu dem Schluss, dass der Klimawandel mit erheblichen Kosten einhergeht, sollten keinerlei Vermeidungsmaßnahmen unternommen werden. Jedoch zeichnen die Untersuchungen im Detail ein uneinheitliches Bild von den Kosten und Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen. Eine gemeinsame, eindeutige und unbedingte „ökonomische Position“ oder eine eindeutige Handlungsempfehlung zum konkreten Umfang von Klimaschutzmaßnahmen lassen sich aus der Menge der ökonomischen Folgekostenabschätzungen nicht ableiten.²⁰⁸ Die Ursachen dafür liegen u. a. in dem hohen Maß an Unsicherheit in Bezug auf die Ausprägung und die zukünftige Entwicklung der relevanten Faktoren, auf deren Basis die Kosten abgeschätzt werden. Zu den Faktoren mit sehr bedeutendem Einfluss auf die Höhe der Social Costs of Carbon, d. h. der ermittelten Grenzschäden einer emittierten Tonne Treibhausgase, zählen die Annahmen zu zukünftigen Treibhausgasemissionen, die den

²⁰⁶ Aufgrund der voraussichtlich besseren Wasserverfügbarkeit, der Verlängerung der Vegetationsperiode – wegen höherer Frühlings- und Herbsttemperaturen – sowie wegen des sog. Düngemittelleffektes einer erhöhten atmosphärischen CO₂-Konzentration für das Pflanzenwachstum wird für mittlere und höhere Breitengrade bspw. eine zunehmende landwirtschaftliche Produktivität erwartet. Die Aussage gilt allerdings nur unter der Bedingung, dass die globale durchschnittliche Temperaturerhöhung nicht größer als 2 - 3 °C gegenüber vorindustriellem Niveau ausfällt. Vgl. Parry, M. L./Canziani, O./Palutikof, J. et al. (2007): S. 65.

²⁰⁷ Vgl. Parry, M. L./Canziani, O./Palutikof, J. et al. (2007): S. 65 und Kap. 1.5. Allerdings deuten die Erkenntnisse der Klimaforschung darauf hin, dass es ohne Klimaschutzmaßnahmen zu einer stärkeren Temperaturerhöhung als 2 - 3 °C kommen kann.

²⁰⁸ Vgl. Kap 1.5.

Untersuchungen zugrundegelegt werden. Die zukünftige Entwicklung der Treibhausgasemissionen lässt sich allerdings ebenso schwierig prognostizieren, wie die Entwicklung der Wirtschaftsleistung, der Bevölkerungsgröße oder des technischen Fortschritts. Weil die zukünftigen Treibhausgasemengen heutigen Entscheidern unbekannt sind, können ökonomische Folgekostenabschätzungen eines Klimawandels ausschließlich auf Basis von Szenarien erstellt werden. Darauf aufbauend werden Aussagen über die ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels und über kosteneffiziente Klimaschutzniveaus getroffen. Das bedeutet, ohne das Wissen um die tatsächlichen zukünftigen Emissionsmengen wird die kosteneffiziente Vermeidungsmenge an Treibhausgasemissionen u. a. von den Annahmen über den zukünftigen Emissionspfad von Treibhausgasen bestimmt.²⁰⁹ Da es sich bei ökonomischen Folgekostenabschätzungen um Szenarioanalysen handelt, genügen sie nicht den methodischen Ansprüchen, die an eine Prognose gestellt werden. Sie stellen damit keine Aussagen über tatsächlich zu erwartende zukünftige Entwicklungen dar.²¹⁰ Inwieweit die Ergebnisse von ökonomischen Kosten-Nutzen-Analysen, die auf Basis der Folgekostenabschätzungen erstellt werden, für zustimmungsfähig erachtet werden, hängt daher maßgeblich davon ab, für wie plausibel die Annahmen gehalten werden können.

Neben den Annahmen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen hat die angesetzte Diskontrate den größten Einfluss auf die Höhe der ermittelten Social Costs of Carbon.²¹¹ Auf die Methode der Diskontierung wird in ökonomischen Folgekostenabschätzungen zurückgegriffen, um den Gegenwartswert zukünftig auftretender Kosten und Nutzen eines Klimawandels zu ermitteln.²¹² Der Diskontierungsfaktor gibt zudem die sog. Zeitpräferenzrate an, welche das Maß beschreibt, mit dem der gegenwärtige Konsum einer Gütereinheit gegenüber dem zukünftigen vorgezogen wird. Die zeitlich nachgelagerte Konsummöglichkeit wird dabei, ausgehend von einem bestimmten Entscheidungszeitpunkt allein deswegen als weniger nutzenstiftend empfunden, weil sie nicht sofort realisiert werden kann.²¹³ Daher interpretiert *Schelling* eine positive Zeitpräferenzrate auch als Maß für die „Ungeduld“ bei der Realisierung von Konsumwünschen eines Menschen.²¹⁴ Entscheidungen, in den Klimaschutz zu investieren, stehen aber, *Schelling* folgend, nicht in einem direkten Zusammenhang mit dieser „Ungeduld“ bei Konsumentenschei-

²⁰⁹ Vgl. *Stern, N. (2007): S. 29.*

²¹⁰ Vgl. *Barker, T. et al. (2007): S. 42.*

²¹¹ Vgl. *Tol, R. S. J. (2005): S. 2071.*

²¹² Vgl. Kap. 1.5.3. Im klassischen Fall individueller Nutzenmaximierung über einen bestimmten langfristigen Zeitraum, in den Grenzen eines gegebenen Budgets, wird mit der Auswahl eines Diskontierungsfaktors die intertemporale Konsumentenscheidung eines Wirtschaftssubjektes bestimmt. Vgl. *Cansier, D. (1996): S. 125.* Mit diesem Faktor wird der Gegenwartswert zukünftiger Möglichkeiten der Bedürfnisbefriedigung widerspiegelt.

²¹³ Vgl. *Schelling, T. C. (2006): S. 51.* Bei intertemporalen Konsumentenscheidungen wird die Intensität der Präferenz für den Gegenwartskonsum durch die Wahl einer hohen Diskontrate ausgedrückt. Für eine Übersicht verschiedener Diskontierungsmethoden siehe *Lind, R. C. (1995): S. 385 f.*

²¹⁴ Vgl. *Schelling, T. C. (2006): S. 52.*

dungen.²¹⁵ Sie stellen keine Abwägungen zwischen verschiedenen erreichbaren Konsumniveaus eines Individuums zu unterschiedlichen Zeitpunkten dar; diesen Entscheidungen liegt mithin kein individuelles intertemporales Optimierungsproblem zugrunde. Wegen seiner schädlichen Auswirkungen, die noch weit hinter dem Lebenshorizont heutiger Entscheidungsträger auftreten werden, stellt der anthropogene Klimawandel vielmehr ein intergenerationales Verteilungsproblem dar.²¹⁶ Tatsächlich handelt es sich bei Entscheidungen, in den Klimaschutz zu investieren, nämlich um Entscheidungen zur Umverteilung von Einkommen zu Gunsten später Lebender und zu Lasten heutiger Generationen.²¹⁷ Die Unterstellung einer positiven Zeitpräferenzrate im Rahmen von Entscheidungen mit generationenübergreifenden schädlichen Auswirkungen, wie sie im Fall des anthropogenen Klimawandels erwartet werden, bedeutet somit die Anwendung eines Werturteils, mit dem der Konsum eines Güterbündels durch die heute Lebenden vergleichsweise höher geschätzt wird als der Konsum desselben Güterbündels durch die später Lebenden.²¹⁸

Falls aus normativen Gründen die Verwendbarkeit hoher oder überhaupt positiver Zeitpräferenzraten abgelehnt würde, bedeutete dies allerdings nicht, dass sämtliche Folgekosten der Klimasystembeeinflussung durch den Menschen nicht diskontiert in das Kalkül heutiger Entscheider eingehen müssten. Schließlich zeigt ein Blick in die Kulturgeschichte der Menschheit, dass nachfolgende Generationen im Durchschnitt reicher waren als die ihnen vorhergehenden. Grund dafür ist wirtschaftliches Wachstum. Die Wachstumsrate, welche die Veränderung des Wohlstandsniveaus im Laufe einer Periode angibt, kann daher als Referenzwert für eine Diskontrate zur Bewertung intergenerational anfallender Kosten

und Nutzen einer Entscheidung verwendet werden.²¹⁹ Wenn später lebende Generationen um das gesamte Ausmaß wirtschaftlichen Wachstums reicher sind als die heute lebenden Generationen, kann mit einer entsprechenden Diskontierung langfristig auftretender Kosten eine gleichmäßige Belastung heutiger und zukünftiger Generationen erreicht werden.²²⁰ Selbstverständlich impliziert auch dies eine bestimmte verteilungspolitische Vorstellung.²²¹ Es lässt sich konstatieren, dass in generationenübergreifenden Kontexten wie dem anthropogenen Klimawandel mit der Wahl der Diskontrate zugleich das Maß der Gewichtung festgelegt wird, mit dem die von der Entscheidung betroffenen Generationen bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.

²¹⁵ Vgl. Schelling, T. C. (2006): S. 52.

²¹⁶ Vgl. Gardiner, S. M. (2004): S. 556.

²¹⁷ Vgl. Schelling, T. C. (2006): S. 53.

²¹⁸ Vgl. Cansier, D. (1996): S. 125.

²¹⁹ Vgl. Cansier, D. (1996): S. 126.

²²⁰ Vgl. für diese Argumentation grundlegend Solow, R. M. (1974): S. 9.

²²¹ Vgl. Cansier, D. (1996): S. 125.

Mit Festlegung einer Diskontierungsrate wird darüber hinaus auch ein Werturteil über die Gewichtung der Klimaschäden in unterschiedlichen Regionen der Erde gefällt. Schließlich würden von Klimaschutzmaßnahmen zu allererst nicht die Nachfahren von Menschen profitieren, die heute in der Lage sind, Kapital in Vermeidungsmaßnahmen zu investieren, also die der relativ reichen Menschen der wirtschaftlich weit entwickelten Länder; sondern es sind die Nachkommen derjenigen Menschen, die sich gemessen an ihrem wirtschaftlichen Potenzial Klimaschutzmaßnahmen kaum leisten können.²²² Grund dafür ist, dass die Folgen einer Veränderung des Weltklimas nicht überall gleich sein werden, sondern in den verschiedenen Erdregionen unterschiedlich hohe Schädigungen zu erwarten sind. Die schwerwiegendsten Schädigungen würden, so *Schelling*, in Erdregionen anfallen, in denen die Nachfahren derer leben werden, die bereits heute über wenig Einkommen und Kapital verfügen.²²³ Zu diesen Ergebnissen kommen ökonomische Studien, in denen die ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels auf Ebene verschiedener Erdregionen disaggregiert dargestellt werden.²²⁴ Das Gros der Klimaschutzmaßnahmen wird also nicht direkt dem Wohle der Kinder und Enkelkinder derjenigen zugutekommen, welche mit ihren Steuern solche Maßnahmen finanzieren.²²⁵ Insofern handelt es sich bei Entscheidungen, in Klimaschutzmaßnahmen zu investieren, in erster Linie nicht um eine Investitionsentscheidung zur Verbesserung der Lebensverhältnisse eigener Nachkommen. Dieser Umstand kann die Wahl einer relativ hohen Diskontrate begünstigen. *“Climate Change will be primarily a threat to the poor in poor countries. Understanding this may make it hard to persuade the non-poor in the developed world to take the problem seriously.”*²²⁶

Die angewendeten Methoden, mit denen die Social Costs of Carbon üblicherweise bestimmt werden, unterscheiden sich nicht systematisch.²²⁷ Die ermittelten Kostenhöhen weichen allerdings erheblich voneinander ab.²²⁸ Das bedeutet, die Höhe der Diskontrate übt in den Folgekostenabschätzungen c. p. einen so starken Einfluss aus, dass nahezu alle verwendeten anderen Größen zur Bestimmung der Höhe von Kosten und Nutzen vernachlässigbar klein werden.²²⁹

²²² Vgl. *Schelling, T. C. (2006)*: S. 57.

²²³ Vgl. *Schelling, T. C. (2006)*: S. 56.

²²⁴ Umfangreiche Studien enthalten die Arbeiten von *Tol, R. S. J. (1995)*, *Mendelsohn, R. O./Morrison, W. N./Schlesinger, M. E. et al. (1998)* oder *Nordhaus, W. D./Boyer, J. G. (2000)*.

²²⁵ Vgl. *Schelling, T. C. (2006)*: S. 52.

²²⁶ *Schelling, T. C. (2011)*. Derzeit leben ein bis zwei Milliarden Menschen von weniger als 2 US \$ pro Tag. Wenn nun eine Milliarde dieser Menschen in Entwicklungsländern die Hälfte ihres Einkommens infolge eines klimatischen Wandels einbüßen würde, stellt dies eine Katastrophe dar, die weit größer ist, als sämtliche Naturkatastrophen der letzten zehn Jahre zusammen. Da der finanzielle Gegenwert jedoch nur rund 365 Milliarden jährlich ausmacht, und damit nicht einmal ein Prozent des weltweiten BIPs, wird das Ausmaß der erlittenen Schädigungen mit rein monetären Größen nicht adäquat abgebildet.

²²⁷ Vgl. hierzu *Tol, R. S. J. (2009)*. Vgl. für eine Übersicht der methodischen Probleme bei der Bestimmung der Social Costs of Carbon *Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007)*: S. 824 f.

²²⁸ Vgl. FN 115.

²²⁹ Vgl. für diese Feststellung auch *Gardiner, S. M. (2004)*: S. 572.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Social Costs of Carbon keine originär geschätzten Beträge darstellen, sondern Ergebnisse festgelegter Diskontraten sind, deren jeweils gewählte Höhe einem Werturteil über die bevorzugte intergenerationale Verteilung gleichkommt.²³⁰ Bloße Darstellungen von Ergebnissen ökonomischer Folgekostenabschätzungen ohne Angabe der verwendeten Diskontraten sind daher wenig aufschlussreich.²³¹

Im Rahmen des viel diskutierten *Stern-Berichts* etwa werden die ökonomischen Folgekosten des Klimawandels auf Basis einer Diskontrate von 1,4 % bestimmt.²³² *Stern* verwendet damit im Vergleich zu anderen viel beachteten Folgekostenabschätzungen, wie etwa denen von *Nordhaus* oder *Nordhaus/Boyer*, eine relativ geringe Diskontrate.²³³ *Nordhaus* setzt beispielsweise eine Diskontrate von 5,5 % an, die er auf Basis empirisch ermittelter Kapitalmarktsätze für langfristige Anlagen bestimmt.²³⁴ In den verschiedenen Varianten des von *Nordhaus/Boyer* entwickelten DICE-Modells liegen die angesetzten Diskontraten bei 3 bis 6 %.²³⁵ Die niedrige, von *Stern* gewählte, Diskontrate führt zu einem vergleichsweise hohen Gegenwartswert zukünftiger Schädigungen infolge eines vom Menschen verursachten klimatischen Wandels; so werden die Social Costs of Carbon dort mit rund 311 US \$ angegeben.²³⁶ Dies liegt am oberen Rand vergleichbarer Studien, in denen die Höhe der Social Costs of Carbon bestimmt werden.²³⁷ Die geringe Höhe der von *Stern* verwendeten Diskontrate ist insgesamt sehr umstritten, und die vorgenommene Parameterwahl gilt als stark vereinfacht.²³⁸ Zudem scheint die Politikempfehlung, die im *Stern-Bericht* mit Bezug auf ein Emissionsziel ausgesprochen wird, inkonsistent zu sein: Obwohl die Kosten des Klimawandels höher, die Vermeidungskosten geringer und die Diskontrate erheblich kleiner als bspw. in der Untersuchung von *Nordhaus* sind, ähneln sich die von *Nordhaus* und *Stern* formulierten Empfehlungen für ein Emissionsziel. *Nordhaus* empfiehlt, die durchschnittlichen Temperaturen an der Erdoberfläche nicht über 2,3 °C gegenüber vorindust-

²³⁰ Zur Bedeutung und dem Problem der objektiven Bestimmung des Diskontfaktors siehe *Stern, N. (2007)*: S. 36 f.

²³¹ So verhält es sich bspw. mit dem von *Tol, R. S. J. (2009)* in einer Metastudie ermittelten und bereits in Kap. 1.5 vorgestellten Durchschnittswert für die Social Costs of Carbon in Höhe von 105 US \$/t C.

²³² Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. 184 f.

²³³ Vgl. *Nordhaus, W. D. (2007)* sowie *Nordhaus, W. D./Boyer, J. G. (2000)*

²³⁴ Vgl. *Nordhaus, W. D. (2007)*: S. 694.

²³⁵ Vgl. *Gardiner, S. M. (2004)*: S. 572. Unabhängig von dem hier betrachteten konkreten Fall des anthropogenen Klimawandels liegt die in ökonomischen Untersuchungen gewählte Diskontrate üblicherweise zwischen 2 - 10 %. Vgl. *Gardiner, S. M. (2004)*: S. 572.

²³⁶ Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. 344. Die Angaben beziehen sich auf das Preisniveau des Jahres 2000.

²³⁷ Die in Kap. 1.5 vorgestellten Ergebnisse geben die SCC mit 43 US \$ bzw. 93 US \$ an. Erstere bezogen sich auf die mittleren Vermeidungskosten, die in referierten Fachzeitschriften angegeben worden sind, Letztere auf sämtliche in der Studie von *Tol, R. S. J. (2005)* erfassten Berechnungen.

²³⁸ Da die Parameter moralisch motiviert sind, führt ihre Verwendung in anderen wachstumstheoretischen Kontexten, wie etwa der Erklärung des Zustandekommens von Sparraten und -quoten zu unplausiblen Ergebnissen, die in der Realität nicht beobachtet werden können. Vgl. *Buchholz, W./Schumacher, J. (2009)*: S. 7 und *Weitzman, M. L. (2007)*: S. 707.

riellem Niveau ansteigen zu lassen.²³⁹ *Stern* spricht sich für ein ähnliches, wenngleich weniger exakt bestimmtes Ziel aus, indem er vorschlägt, einen maximalen Temperaturanstieg zwischen 2 und 3 °C gegenüber vorindustriellem Niveau zuzulassen.²⁴⁰ Der *Stern-Bericht* weist einige formale Mängel auf. Allerdings wird er insbesondere für die explizit auf moralischer Basis vorgenommene Beurteilung der Kosten eines Klimawandels aus ökonomischer Sicht besonders stark kritisiert.²⁴¹ Jedoch sind, wie dargestellt, die Ergebnisse jeder anderen ökonomischen Folgekostenabschätzung ebenso abhängig von den zugrundegelegten Annahmen über die Höhe der Diskontrate.²⁴² M. E. ist es insbesondere das von *Stern* empfohlene Klimaschutzziel, das Anlass zur Kritik am *Stern-Bericht* bietet; es ist schlicht nicht plausibel. Dies nährt den Verdacht, dass im *Stern-Bericht* ein politisch opportunes Ergebnis veröffentlicht worden ist.²⁴³

Aufgrund der entscheidenden Bedeutung, die normativ bestimmte Faktoren in ökonomischen Folgekostenabschätzungen inne haben, sind die Ergebnisse von Kosten-Nutzen-Analysen in hohem Maße manipulierbar. Dies gilt es zu beachten, wenn ökonomische Kosten-Nutzen-Analysen bei der Festlegung klimapolitischer Ziele verwendet werden. Als Entscheidungsgrundlage für die Klimapolitik sind ökonomische Folgekostenabschätzungen nur bedingt geeignet.

2.2.3 Zielbestimmung auf Basis des Vorsichtsprinzips

Es lässt sich konstatieren, dass ein allgemein akzeptierbares Klimaschutzziel allein auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse, seien es ökonomische oder naturwissenschaftliche, nicht bestimmt werden kann; es lässt sich nicht logisch ableiten.²⁴⁴ Zentrale Parameter, die das Ausmaß von Vermeidungsmaßnahmen bestimmen, wie etwa die zugrundegelegte Diskontrate, lassen sich lediglich normativ festlegen.²⁴⁵ Informationen über die Folgen des Klimawandels finden erst dann Berücksichtigung in heutigen Entscheidungen, wenn sich heutige Entscheidungsträger einer entsprechenden Verteilungsnorm folgend verhalten. Allokationsentscheidungen, die mit solchen intergenerationalen Auswirkungen einhergehen, wie sie infolge der Emission von

²³⁹ Vgl. Nordhaus, W. D. (2007): S. 698.

²⁴⁰ Vgl. Stern, N. (2007): S. 284.

²⁴¹ Da die Bestimmung der Diskontrate in generationenübergreifenden Entscheidungen auf normativem Grund steht, wird die Debatte um die „richtige“ Diskontrate zum Teil hitzig geführt. So beurteilt Weitzman die Wahl der Diskontparameter als „extreme taste Parameters“, Weitzman, M. L. (2007): S. 707. Die ethische Grundposition des *Stern-Berichts* wird auch als „lofty vantage point“ bezeichnet, mit dem versucht würde, im Namen des Klimaschutzes das Britische Empire wiederauferstehen zu lassen, indem es die verwendete Beurteilungsnorm als für alle Menschen verbindlich vorschreibt. Vgl. Nordhaus, W. D. (2007): S. 691. Auch „Alarmismus“ wird ihm vorgeworfen, Tol, R. S. J./Yohe, G. W. (2006): S. 234.

²⁴² Vgl. Buchholz, W./Schumacher, J. (2009): S. 20 f.

²⁴³ Tol und Yohe merken an, dass die Empfehlung *Sterns* „praktischerweise“ dem Immissionsziel von maximal 550 ppm CO_{2eq} entspricht, welches sich die britische Regierung sieben Jahre vor Veröffentlichung des *Stern-Berichtes* selbst gesetzt hat, vgl. Tol, R. S. J./Yohe, G. W. (2006): S. 240.

²⁴⁴ Vgl. Maier-Rigaud, G. (1994): S. 80.

²⁴⁵ Vgl. Tol, R. S. J. (2005): S. 2064.

Treibhausgasen resp. deren Rückführung zu erwarten sind, sind daher zugleich auch immer Verteilungsentscheidungen.²⁴⁶ Für die Klimapolitik bedeutet dies, dass neben naturwissenschaftlichen und ökonomischen Fragestellungen auch Fragen in Bezug auf die Werturteile zu beantworten sind, die bei der Bestimmung eines konkreten Klimaschutzziels zugrundegelegt werden.²⁴⁷ Eine für alle heutigen Entscheidungsträger gleichermaßen zufriedenstellende Beantwortung dieser „letzten Fragen“ ist insofern problematisch, als dass sich für Klimaschutzpolitik ebenso viele Gründe finden lassen wie es moralische Auffassungen gibt.²⁴⁸ So könnte eine Fairness-Vorstellung, die jedem Menschen, unabhängig von seiner Zugehörigkeit zu einer Generation, ein Recht auf die Nutzung intakter Ökosysteme zugesteht, einen Grund für die Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen darstellen. Da die Gruppen der Verursacher und der Geschädigten des anthropogen verursachten Klimawandels sowohl zeitlich als auch regional auseinanderfallen, böte sich auch ein Verstoß gegen das juristische Verursacherprinzip als Grund an. Die externe Schäden verursachende Nutzung von Ökosystemen widerspricht auch ordnungstheoretischen Prinzipien, da der Zusammenhang zwischen Gewinnerzielungsmöglichkeiten und Haftung nicht konsequent besteht. So könnte auch auf Basis ordnungspolitischer Überlegungen Klimaschutzmaßnahmen zugestimmt werden. Auch der Schutz vor unwiederbringlichem Werteverlust infolge eines möglichen Artensterbens könnte zur Begründung der Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen angeführt werden.²⁴⁹

Allerdings können Normen auch gegen die Durchführung klimapolitischer Maßnahmen sprechen, wenn der Klimawandel tatsächlich primär eine verteilungspolitische Dimension aufweist und insbesondere die Nachfahren derjenigen Menschen von Klimaschutzmaßnahmen profitieren, die in heutiger Zeit als arm gelten. Statt erst ihren Kindern und Kindeskindern Hilfestellung zu leisten, könnten mit den eingesparten Klimaschutzgeldern sofort weltweite Hilfsprogramme für die Lebenden finanziert werden.²⁵⁰ Würden diese Gelder investiv verwendet, könnte sogar nicht nur das heutige Wohlfahrtsniveau armer Menschen angehoben werden, sondern es wäre auch möglich, die wirtschaftliche Entwicklung unterentwickelter Länder auf einen höheren Wachstumspfad zu bringen. Falls dies zu einer steigenden Wohlfahrt im Zeitablauf führen würde, könnten in den entsprechenden Ländern notwendige Anpassungsmaßnahmen finanziert

²⁴⁶ Vgl. *Daly, H. E. (1987): S. 329.*

²⁴⁷ Vgl. *Buchholz, W./Schumacher, J. (2009): S. 21.* Eine hervorragende Analyse der unterschiedlichen Einflüsse verschiedenster Normen auf die vielen Facetten und Dimensionen des anthropogenen Klimawandelphänomens bietet *Hulme, M. (2009).*

²⁴⁸ Vgl. hierzu auch *Houghton, J. (2009): S. 239 f.*

²⁴⁹ In diesem Fall würden natürliches und vom Menschen produziertes Kapital als unvollständige Substitute angesehen.

²⁵⁰ Vgl. *Lomborg, B. (2001): S. 317.*

werden. Dies brächte die Länder in die Lage, in Zukunft besser mit den Folgen eines Klimawandels zurechtzukommen.²⁵¹

Eine aus rationaler Sicht akzeptable moralische Norm für Entscheidungen unter Unsicherheit könnte das sog. „Precautionary Principle“ bzw. „Vorsichtsprinzip“²⁵² darstellen.²⁵³ In einigen Bereichen internationaler Zusammenarbeit wird darauf explizit abgestellt.²⁵⁴ Eine allgemein akzeptierte Definition des Vorsichtsprinzips lautet: *“Where an activity raises threats of harm to the environment or human health, precautionary measures should be taken even if some cause and effect relationships are not fully established scientifically.”*²⁵⁵ Je nach Interpretation lassen sich mit Berufung auf dieses Prinzip sowohl drastische als auch moderate Maßnahmen zum Schutz nachfolgender Generationen rechtfertigen.²⁵⁶ Das Vorsichtsprinzip eignet sich allerdings auch – und nur darauf stützen sich die folgenden Überlegungen – als grundlegende Leitlinie zur Umsetzung des „Maximin-Prinzips“, auf das sich rationale Individuen einigen könnten.²⁵⁷ Unter den im Folgenden näher erläuterten Bedingungen lässt sich der Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen zum Schutze nachfolgender Generationen auf Basis dieses Prinzips zustimmen.

Eine Entscheidung unter Unsicherheit nach dem Maximin-Prinzip zu fällen, bedeutet, aus einer Menge von Handlungsalternativen diejenige auszuwählen, welche die geringstmöglichen negativen Handlungsfolgen mit sich bringen würde.²⁵⁸ Angewendet als allgemeines Handlungsprinzip kann die konsequente Befolgung des Maximin-Prinzips zur Auswahl von offenbar irration-

²⁵¹ Neben vielen realitätsfernen Annahmen bzgl. der Wirksamkeit von Entwicklungshilfepolitik, vgl. hierzu Moyo, D. (2009), lässt sich der Zusammenhang, dass sich mit steigendem Wohlstand auch die Anpassungsfähigkeit von heute als arm geltenden Ländern an den Klimawandel verbessert, nicht auf Grundlage ökonomischer Folgekostenabschätzungen für alle Zeiten aufrechterhalten. Vielmehr handelt es sich bei dem postulierten Zusammenhang um eine vage Vermutung. Denn ohne Vermeidungsmaßnahmen würden die Treibhausgaskonzentrationen soweit ansteigen, dass mit einem Temperaturanstieg um mehr als 3 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts gerechnet werden muss. Die Folgen eines solchen Temperaturanstiegs sind im Rahmen von integrierten Klimamodellen jedoch noch nicht untersucht worden. Welche Folgen damit einhergehen könnten, ist naturwissenschaftlich kaum ergründet.

²⁵² Für eine Übersicht über die Bedeutung, mögliche Anwendungen und theoretische Diskussion dieses Prinzips siehe Raffensberger, C./Tickner, J. (1999).

²⁵³ Vgl. Jordan, A./O’Riordan, T. (1999): S. 19 f.

²⁵⁴ Das Vorsichtsprinzip findet sich als vereinbartes Grundprinzip für Zielfestlegungen in den Satzungen internationaler UN-Organisationen wie etwa innerhalb der *UN-Klimarahmenkonvention* wieder, aber auch auf Ebene der *EU*, vgl. Jordan, A./O’Riordan, T. (1999): S. 16.

²⁵⁵ Tickner, J./Raffensberger, C. (1998): S. 1.

²⁵⁶ Weil es grundlegende moralische Fragestellungen berührt, kann die Interpretation der unbestimmten Rechtsbegriffe wie „threats of harm“ nicht auf einer reinen empirischen Beobachtung aufbauen, vgl. Jordan, A./O’Riordan, T. (1999): S. 18. Eine „wahre“ Definition gelingt in diesem Fall ebenso wenig wie bei jeder anderen Definition. Ohne weitere Spezifizierung kann man das Vorsichtsprinzip daher als normativ leer bezeichnen. Für eine Vorstellung verschiedener theoretisch diskutierter Interpretationen siehe Gardiner, S. M. (2006): S. 37 ff.

²⁵⁷ Vgl. Gardiner, S. M. (2004): S. 577 und Rawls, J. (1999): S. 133.

²⁵⁸ Vgl. Gardiner, S. M. (2006): S. 45.

onalen Handlungsalternativen führen.²⁵⁹ Aus einer rationalen Perspektive lässt sich die Verfolgung des Maximin-Prinzips daher nur unter bestimmten Bedingungen rechtfertigen:²⁶⁰ Erstens muss das Wissen um die Eintrittswahrscheinlichkeiten negativer Wohlfahrtsfolgen fehlen bzw. nur mit einem hohen Grad an Unsicherheit bestimmbar sein.²⁶¹ Zweitens muss das Ausmaß dieser negativen Wohlfahrtsfolgen als so schwerwiegend beurteilt werden, dass sie als kaum akzeptierbar gelten.²⁶² Drittens müssen die potenziell möglichen mit einer Entscheidung verknüpften Gewinne im Vergleich zu den potenziellen Verlusten relativ klein ausfallen, so dass sie für den Entscheidungsträger nur von geringem Interesse sind.²⁶³

Die drei genannten Bedingungen könnten im Fall des anthropogenen Klimawandels erfüllt sein. Erstens sind die zugrundeliegenden Eintrittswahrscheinlichkeiten möglicher Folgen des Klimawandels sehr unsicher und zum Teil unbekannt. Die ökonomischen Analysen auf Basis der Verwendung von Marktzinssätzen machen die Höhe der Kosten eines Klimawandels unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten von Klimaschutzmaßnahmen deutlich, während Untersuchungen, in denen eine moralisch definierte Diskontrate Verwendung findet, die „empfundene“ Kosten eines Klimawandels darstellen. Beiden Ansätzen ist gemein, dass auf Basis einer Marginalanalyse versucht wird, einen „optimalen“ Trade off zwischen Aufwendungen für Klimaschutzmaßnahmen einerseits und einem als akzeptabel geltenden Ausmaß von Klimaschädigungen andererseits zu erreichen. Aufgrund der Unsicherheiten, fehlender geeigneter Studien und wegen des großen Einflusses zugrundegelegter Werturteile auf das Ergebnis der ökonomischen Untersuchungen zu den Folgekosten des Klimawandels ist es aber fraglich, ob auf dieser Basis überhaupt ein allgemein zustimmungswürdiges Klimaschutzniveau formuliert werden kann. Nie zuvor, so *Weitzman*, ist die Theorie subjektiver Erwartungsnutzen in einer vergleichbar umfangreichen Weise angewendet worden, wie es derzeit in ökonomischen Folgekostenabschätzungen zum Klimawandel der Fall ist: *“To paraphrase the language of the Stern Review yet again, the*

²⁵⁹ Vgl. Rawls, J. (1999): S. 133. Besonders deutlich wird dies in Situationen, in denen auf Gewinne, die mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit erzielt werden können, verzichtet wird, um ein marginales Risiko auszuschließen, vgl. Gardiner, S. M. (2006): S. 45. So müsste man auf die Überquerung von Straßen verzichten, da die Möglichkeit existiert, von einem Auto erfasst zu werden, oder den Verzehr von Gurken (eigentlich sämtlicher Nahrung) einstellen, da die Gefahr der Aufnahme eines potenziell lebensbedrohlichen Krankheitserregers besteht.

²⁶⁰ Vgl. Rawls, J. (1999): S. 133.

²⁶¹ *“Thus it must be, for example, that the situation is one in which a knowledge of likelihoods is impossible, or at best extremely insecure. In this case it is unreasonable not to be skeptical of probabilistic calculations unless there is no other way out, particularly if the decision is a fundamental one that needs to be justified to others.”*, Rawls, J. (1999): S. 134.

²⁶² *“The rejected alternatives have outcomes that one can hardly accept. The situation involves grave risks.”* Rawls, J. (1999): S. 134.

²⁶³ *“The person choosing has a conception of the good such that he cares very little, if anything, for what he might gain above the minimum stipend that he can, in fact, be sure of by following the maximin rule. It is not worthwhile for him to take a chance for the sake of a further advantage, especially when it may turn out that he loses much that is important to him.”* Rawls, J. (1999): S. 134.

*economics of climate change is the greatest application of subjective uncertainty theory the world has ever seen.*²⁶⁴

Zweitens ist es möglich, dass es zu äußerst schwerwiegenden negativen Wohlfahrtsfolgen kommen kann. Die Kostenabschätzungen zeigen, dass moderate Erhöhungen der Durchschnittstemperaturen mit Schädigungen einhergehen könnten, denen in entwickelten Ländern unter Aufwendung von Sachkapital, wie dem Bau von Dämmen, der Verwendung gentechnisch manipulierter Saaten oder dem Einbau von Klimaanlage entgegengetreten werden kann.²⁶⁵ Vor allem in Entwicklungsländern wären jedoch bereits bei moderaten Erhöhungen der Durchschnittstemperaturen hohe Wohlfahrtsverluste zu erwarten.²⁶⁶ Global bedrohlich hingegen erscheinen die möglichen Konsequenzen, die sich ergeben könnten, wenn die Temperaturschwellen innerhalb des Klimasystems überschritten werden, die als Kipp-Punkte in den Subsystemen des globalen Klimasystems gelten.²⁶⁷ Damit verbundene volkswirtschaftliche Auswirkungen lassen sich aufgrund der unbekannten Rückkopplungsprozesse und der dann nicht-linearen Zusammenhänge innerhalb des Klimasystems nur sehr schwer abschätzen. So ist es nicht der große Einfluss der Prämissen allein, der die Verwendbarkeit ökonomischer Analysen als objektive Grundlage für klimapolitische Entscheidungen einschränkt. Ein ebenso gravierendes Problem liegt darin, dass bislang keine wissenschaftlich anerkannte Studie existiert, in der die Abschätzung der Folgekosten einer Klimaerwärmung um mehr als 3 °C auf eine qualitativ hochwertige Weise erfolgt, etwa auf Basis von integrierten Klimamodellen. Sämtliche Studien, in denen solche Folgekosten quantifiziert werden, basieren auf der bloßen linearen Extrapolation der für geringere Temperaturanstiege als 3 °C ermittelten Schadenshöhen. Damit wird in diesen Studien unterstellt, dass sich das Klimasystem stets linear verhält.²⁶⁸ Diese Annahme reflektiert allerdings nicht den klimawissenschaftlichen Kenntnisstand.²⁶⁹ Denn in klimawissenschaftlichen Analysen wird eine Erwärmung um mehr als 3 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts für sehr wahrscheinlich gehalten, falls die Menschheit keinerlei Maßnahmen zum Klimaschutz ergreift.²⁷⁰ Außerdem wird das Klimasystem in der Klimawissenschaft als nicht lineares System beschrieben.²⁷¹ Da beide Sachverhalte in ökonomischen Folgekostenabschätzungen nicht ausreichend berücksichtigt werden, ist deren Aussagekraft als entsprechend gering einzuschätzen. Gesteigert

²⁶⁴ Weitzman, M. L. (2007): S. 718.

²⁶⁵ Vgl. Schelling, T. C. (1992): S. 6.

²⁶⁶ Es wird bspw. erwartet, dass es infolge von höheren Temperaturen, abnehmender Wasserverfügbarkeit und einer Zunahme der Häufigkeit von Extremwetterereignissen in vielen Entwicklungsländern zu einer abnehmenden landwirtschaftlichen Produktivität kommt. Vgl. Easterling, W./Aggarawal, P. (2007): S. 285.

²⁶⁷ Vgl. für die Darstellung der Kipp-Punkte innerhalb des Klimasystems Kap. 1.2.

²⁶⁸ Auch der *Stern-Bericht* macht hiervon keine Ausnahme. Vgl. Stern, N. (2007): S. 173.

²⁶⁹ Vgl. Tol, R. S. J. (2009): S. 34.

²⁷⁰ Vgl. Solomon, S. et al. (2007): S. 70 und IEA (2009a): S. 191.

²⁷¹ Vgl. Kap 1.2.

werden könnte die Aussagekraft ökonomischer Folgekostenabschätzungen, wenn sie auf Basis integrierter Klimamodelle abgeschätzt würden, in denen sowohl die Nichtlinearität des Klimasystems als auch die Möglichkeit einer stärkeren Temperaturerhöhung als 3 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts berücksichtigt werden. Es ist davon auszugehen, dass in solchen ökonomischen Untersuchungen bedeutend höhere Folgekosten eines klimatischen Wandels als Ergebnisse ausgewiesen werden, als bislang geschätzt worden sind.

Drittens erscheinen die „Gewinne“ der Untätigkeit in Höhe der nicht aufzuwendenden Vermeidungskosten, die mit Werten von jährlich -1 bis 5,5 % des globalen BIPs angegeben werden, gegenüber den potenziell katastrophalen wohlfahrtsmindernden Auswirkungen eines Klimawandels als relativ klein, auch wenn es sich, absolut gesehen, um hohe monetäre Bewertungen handelt.²⁷² *„In recent years 100 billion dollars per year in budgets or taxes has been a politically unmanageable magnitude in the United States. On the other hand, subtracting 2 percent from GNP in perpetuity lowers the GNP curve by not much more than the thickness of a line drawn with a number-two pencil, or to formulate it as I did earlier, it postpones the GNP of 2050 until 2051. I say this not to belittle the loss of 10 trillion dollars from the American GNP over the next 60 years, but only to point out that the insurance premium, if we choose to pay it, will not send us to the poorhouse.“*²⁷³

Es lässt sich zusammenfassend festhalten: Erstens sind die zugrundeliegenden Eintrittswahrscheinlichkeiten möglicher Folgen des Klimawandels sehr unsicher. Zweitens ist es sehr wahrscheinlich, dass die Folgewirkungen für den Menschen kaum beherrschbar wären; der Klimawandel könnte weltweit erhebliche Wohlfahrtsverluste mit sich bringen, wenn keinerlei Klimaschutzmaßnahmen ergriffen würden. Drittens fielen im Vergleich dazu die „Gewinne“ der Untätigkeit, in Form eingesparter Vermeidungskosten, relativ gering aus. Die genannten Bedingungen, unter denen sich die Anwendung des Vorsichtsprinzips – verstanden als grundlegende Leitlinie zur Umsetzung des Maximin-Prinzips – aus einer rationalen Perspektive rechtfertigen lässt, können daher im Fall des anthropogenen Klimawandels als erfüllt gelten.²⁷⁴

Würde das Vorsichtsprinzip in Kollektiventscheidungen zum Klimaschutz als Entscheidungskriterium zugrundegelegt, könnte daher aus einer volkswirtschaftlichen Sicht der Durchführung von Vermeidungsmaßnahmen prinzipiell zugestimmt werden. Klimaschutzmaßnahmen könnten in einem Ausmaß stattfinden, wie sie dem Schutz vor dem Risiko unbestimmbarer und kaum beherrschbarer Auswirkungen eines Klimawandels dienlich wären.²⁷⁵ Ziel von Klimaschutzmaßnahmen wäre dann die Verhinderung des Überschreitens von global wirksamen tem-

²⁷² Vgl. Kap. 1.5.

²⁷³ Schelling, T. C. (1992): S. 8, mit Bezug auf die Frage, ob der dauerhafte Verlust von 2 % des jährlichen BIPs der USA eine hohe oder geringe Geldsumme darstellt.

²⁷⁴ Vgl. Gardiner, S. M. (2006): S. 55.

²⁷⁵ Vgl. für eine ähnliche Auffassung Weitzman, M. L. (2007): S. 715.

peratursensiblen Kipp-Punkten innerhalb der Subsysteme des Erdklimasystems, um einen abrupten Klimawandel und Veränderungen, die mit irreversiblen Rückkopplungsprozessen einhergehen, zu vermeiden. Solange die entsprechenden Schwellen innerhalb des Klimasystems nicht überschritten würden, wären spätere Generationen nicht den unkalkulierbaren, potenziell lebensbedrohlichen Gefahren des anthropogenen Klimawandels ausgesetzt. Kurz gefasst bestünde das Ziel darin, das derzeit vorherrschende Klima aufrechterhalten zu wollen. Die jeweils aktuell lebende Generation würde mit der Verfolgung eines solchen Klimaschutzziels ihren eigenen Wohlstand – über die Begrenzung der Emission von Treibhausgasen – nicht auf Kosten nachfolgender Generationen generieren können.

Würde die Erreichung eines solchen Ziels angestrebt, wäre es notwendig, die entsprechenden Grenzen der Tragfähigkeit der Erdatmosphäre für Treibhausgase zu identifizieren, festzulegen und einzuhalten. Abgeleitet aus Erkenntnissen der Paläoklimatologie in Bezug auf die Temperatursensibilität von Subsystemen innerhalb des Klimasystems könnten Bandbreiten in °C benannt werden, innerhalb derer die Kipp-Punkte im Klimasystem vermutet werden. Das Ziel der Aufrechterhaltung des vorherrschenden Klimas könnte hiernach möglicherweise erreicht werden, wenn es gelänge, den globalen mittleren Temperaturanstieg gegenüber vorindustriellem Niveau von 2 °C nicht überschreiten zu lassen.²⁷⁶

Sobald auf internationaler Ebene ein wirksames Klimaschutzabkommen zustande gekommen ist, könnte das Klimaschutzziel Eingang in die Verfassungen von Ländern finden, in denen Maßnahmen zum Klimaschutz umgesetzt werden. Denn, ebenso wie die Verfassung eines Staates die Grenzen individueller Entscheidungsgewalt festschreibt und relative und absolute Anspruchsrechte gleichermaßen für alle Gesellschaftsmitglieder formuliert, kann eine Verfassung die Festlegung absoluter Nutzungsgrenzen für Umweltgüter, die Allmenden sind, beinhalten, damit deren generationenübergreifende Nutzung möglich ist.²⁷⁷ So verstanden geht es bei der Festlegung eines Klimaschutzziels nicht darum, den Planeten Erde zu retten, sondern um das Denken in generationenübergreifenden Zeiträumen: Die Verfolgung des klimapolitischen Ziels versetzt die Menschheit in die Lage, die klimatischen Bedingungen des für den Menschen so bedeutenden Holozäns beizubehalten und sich so vor selbst verursachten, potenziell schwerwiegend wohlfahrtsmindernden Gefahren zu schützen.

²⁷⁶ Vgl. hierzu Kap. 1.2. An dieser Stelle bleibt anzumerken, dass es aufgrund der bestehenden Unsicherheit in Bezug auf die Bestimmung der Klimasensitivität, ebenfalls unsicher ist, ob das herrschende Klima tatsächlich aufrechterhalten werden kann, wenn es gelingt, den globalen Temperaturanstieg auf unter 2 °C zu begrenzen. Vgl. Allen, M. R. (2009): S. 1163. Ungeachtet dessen stellt die Herstellung eines solchen unmittelbaren Zusammenhangs zwischen Treibhausgaskonzentration und globaler Durchschnittstemperatur ein Ziel der Klimaforschung dar, das für die Zwecke der nachfolgenden Diskussionen als zumindest bestimmbar angenommen wird.

²⁷⁷ Rawls bezeichnet Fragen intergenerationaler Gerechtigkeit, die sich auf die Nutzung von Umweltressourcen und Ökosystemen beziehen, explizit als geeignete Abstimmungsgegenstände für eine verfassungsgebende Versammlung. „...for example, the question [...] and of the conservation of natural resources and the environment of nature.“, Rawls, J. (1999): S. 119.

2.2.4 Zielvorstellungen im Rahmen der internationalen Klimaschutzpolitik

Weltweite politische Anerkennung erfuhr der ökonomisch-ökologische Handlungsdruck zur Sicherstellung von Klimastabilität im Jahr 1992.²⁷⁸ In jenem Jahr fand in *Rio de Janeiro* die umgangssprachlich als „Erdgipfel“ bezeichnete UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung (UNCED) statt. Mit der *Klimarahmenkonvention (UNFCCC)* wurde dort das erste und einzige internationale Klimaschutzabkommen verabschiedet.²⁷⁹ Dem im Jahr 1994 in Kraft getretenen Abkommen gehören im Jahr 2014 genau 195 Vertragsparteien an.²⁸⁰ Darin verpflichten sich die Vertragsparteien „...Vorsorgemaßnahmen zu treffen, um den Ursachen der Klimaänderungen vorzubeugen, sie zu verhindern oder so gering wie möglich zu halten und die nachteiligen Auswirkungen der Klimaänderungen abzuschwächen.“²⁸¹

Zur Zielformulierung heißt es dort: „Das Endziel dieses Übereinkommens (...) ist es, (...) die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird.“²⁸² Eine explizite Definition einer „gefährlichen“ Klimaänderung oder die Zuordnung zu einem bestimmten Konzentrationsniveau atmosphärischer Treibhausgase wird hierin nicht vorgenommen.²⁸³ Die Vertragsparteien der *Klimarahmenkonvention* stimmen zu und versichern sich gegenseitig, „...unter Berücksichtigung ihrer gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten...“²⁸⁴ nationale Klimaschutzprogramme aufzulegen, ihre Treibhausgasemissionen zu reduzieren, sowie darüber regelmäßig zu berichten. Ebenso sollen Vorkehrungen zur Anpassung an mögliche Folgen eines Klimawandels getroffen werden und die Entwicklung, Anwendung und Verbreitung von Vermeidungstechnologien gefördert werden.²⁸⁵ Die unterschiedlichen Verantwortlichkeiten drücken sich in der Übernahme von verschiedenen Beitragsverpflichtungen durch die teilnehmenden Nationalstaaten zur Erreichung des gemeinsamen Ziels aus. Dazu wird innerhalb der *Klimarahmenkonvention* zwischen sog. Annex I²⁸⁶ und Nicht-Annex I-Staaten unterschieden. Gemeinsames Merkmal der Annex I-Staaten ist ihr jeweiliger Status als Industrieland.

Mit der Ratifizierung der *Klimarahmenkonvention* stimmten die Vertragspartner zunächst zu, die weltweiten Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2000 auf das Niveau von 1990 zurück-

²⁷⁸ Für eine Übersicht über die Entwicklung des internationalen Klimaschutzregimes siehe *BMU (2011)*.

²⁷⁹ Vgl. *Klimarahmenkonvention (1992)*.

²⁸⁰ Vgl. *UNFCCC (2014)*.

²⁸¹ *Klimarahmenkonvention (1992)*: Art. 3, Abs. (3), S. 1.

²⁸² *Klimarahmenkonvention (1992)*: Art. 2, S. 1.

²⁸³ Auch heute, im Jahr 2014, d. h., 22 Jahre nach ihrer erstmaligen Formulierung, fehlt eine solche, notwendige Konkretisierung.

²⁸⁴ *Klimarahmenkonvention (1992)*: Art. 4, Abs. 1.

²⁸⁵ Vgl. *Klimarahmenkonvention (1992)*: Art. 4.

²⁸⁶ Die vollständige Liste betreffender Staaten ist dem Abkommen angefügt, in: *Klimarahmenkonvention (1992)*: Anlage 1.

zuführen. Maßnahmen zur Emissionsreduktion mussten allerdings lediglich in den Annex I-Staaten umgesetzt werden.²⁸⁷ Dabei sollte berücksichtigt werden, dass „...jede dieser Vertragsparteien zu dem weltweiten Bemühen um die Verwirklichung des Zieles gerechte und angemessene Beiträge leisten muss.“²⁸⁸ Konkrete nationale Reduktionsverpflichtungen sind bisher nicht Teil der *Klimarahmenkonvention*. Nicht-Annex I-Staaten, zu denen insbesondere die Entwicklungsländer gehören, haben bislang keine Reduktionen an Treibhausgasemissionen zu erbringen. Die unterschiedlich hohen bzw. nicht zu leistenden Beiträge zur Zielerreichung werden aus dem Verursacherprinzip abgeleitet und sollen die Verantwortung der Industrieländer für die Folgen bereits emittierter Treibhausgase reflektieren.

Als Entscheidungsgremium der *Klimarahmenkonvention* wurde die Konferenz der Vertragsparteien (COP) eingerichtet. Jeder Vertragsteilnehmer hat die Pflicht, zu den jährlichen Konferenzen zu erscheinen. Die COP prüft u. a. die Umsetzung der im Rahmen des Abkommens übernommenen Pflichten. Sie überprüft zudem die ökologische Zielerreichung des Abkommens anhand der sich weiterentwickelnden wissenschaftlichen und technologischen Kenntnisse und anhand der Erfahrungen, die während der Durchführung des Abkommens gemacht werden.²⁸⁹ Die Konferenz der Vertragsparteien ist somit in der Lage, die gemeinsame Zielvereinbarung, die nationalstaatlichen Teilzielübernahmen und den dafür notwendigen Mitteleinsatz neu zu entscheiden.

Eine Neuausrichtung der internationalen Klimaschutzpolitik wurde 1997 vorgenommen, nachdem deutlich geworden war, dass es auf Basis der bis dahin umgesetzten Klimaschutzmaßnahmen nicht zur Erreichung des Zwischenzieles, die Emissionen im Jahr 2000 auf das Niveau von 1990 zurückzuführen, kommen würde. Die nationalen Teilziele der Annex I-Staaten wurden konkretisiert und ein neues gemeinsames operationales Teilziel formuliert. Mit der Verabschiedung des *Kyoto-Protokolls* auf der dritten Vertragsstaatenkonferenz im Jahr 1997 hatten sich 41 Staaten²⁹⁰ zur Einhaltung absoluter Emissionsbegrenzungen für den Durchschnitt der Jahre 2008 - 2012 verpflichtet.²⁹¹ Diese Nationen hatten als gemeinsames Ziel eine Emissionsreduktion um 5,2 % gegenüber dem Stand von 1990 vereinbart.²⁹² Dabei galten unterschiedlich hohe nationale Vorgaben zur Emissionsbegrenzung. Bis zum Jahr 2011 gingen die Treibhausgasemissionen in den Unterzeichnerländern von 12.575 Mt CO_{2eq} um etwa 22,3 % auf 9.330 Mt CO_{2eq}

²⁸⁷ Vgl. *Klimarahmenkonvention* (1992): Art. 4 Abs. 2 a und b.

²⁸⁸ *Klimarahmenkonvention* (1992): Art. 4 Abs. 2 a.

²⁸⁹ Vgl. *Klimarahmenkonvention* (1992): Art. 7, Abs. 4.

²⁹⁰ Vgl. *Kyoto-Protokoll* (1997) und *UNFCCC* (2010a).

²⁹¹ Vgl. *Kyoto-Protokoll* (1997).

²⁹² Siehe *Kyoto-Protokoll* (1997). Laut Vertragswerk müssen die Vertragspartner gemeinsam für mind. 55 % der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich sein, damit das Regelwerk in Kraft tritt. Dies ist seit 2005 der Fall.

zurück.²⁹³ Zwar gilt das *Kyoto-Protokoll* als wegweisend in der internationalen Zusammenarbeit. Weil aber die rückläufige Emissionsentwicklung innerhalb dieses Zeitraums weniger auf den Einsatz von Vermeidungstechnologien, sondern hauptsächlich auf die rückläufige wirtschaftliche Entwicklung in den Transformationsstaaten der ehemaligen Sowjetunion zurückzuführen ist, wird es aus ökologischer Sicht nicht als sehr erfolgreich bewertet. Dieses Urteil ist auch darin begründet, dass es, weltweit betrachtet, seit 1990 zu einem deutlichen Anstieg der Treibhausgasemissionen kam, und zwar um rund 30 % auf etwa 50,1 Gt CO_{2eq} im Jahr 2010.²⁹⁴

Nach dem Ende der Verpflichtungsphase des *Kyoto-Protokolls* wird auf internationaler Ebene weiter über die zukünftige Struktur der internationalen Klimapolitik verhandelt. Insbesondere wird im Rahmen der Verhandlungen nach einer möglichen Konkretisierung des in der *Klimarahmenkonvention* beschriebenen Zieles der Vermeidung eines „gefährlichen“ Klimawandels gesucht. Da der Begriff in der Rahmenkonvention nicht näher bezeichnet worden ist, liegt es an den Teilnehmern der Klimaschutzverhandlungen, den Begriff zu operationalisieren. Dazu ist es notwendig, sich darauf zu einigen, welche Schäden berücksichtigt werden sollen. Reichen Schädigungen innerhalb von einzelnen Ökosystemen aus, oder wird der Klimawandel erst als gefährlich erachtet, wenn sich auf globaler Ebene Prozesse innerhalb des Klimasystems verändern?²⁹⁵ Ebenso ist eine Einigung in Bezug auf die Größenordnung gefährlicher klimatischer Veränderungen nötig. Reicht es aus, dass einzelne Ökosysteme zusammenbrechen oder müssen sich erst geophysikalische Prozesse verändern? Wird erst von gefährlichen Veränderungen gesprochen, wenn kontinentale oder weltweite Veränderungen zu erwarten sind?²⁹⁶ Die Wahl der Perspektive ist deshalb so entscheidend, weil bereits kleinste Veränderungen der klimatischen Lebensbedingungen regionaler Ökosysteme zum Aussterben einzelner Arten führen können und insofern für solche Spezies „gefährlich“ sind.²⁹⁷ Würde eine solche Ausgangsposition aber zur Bestimmung des „Gefährlichen“ ausgewählt, könnte mit einer Einigung nicht gerechnet werden. Dazu müsste das jährliche Emissionsniveau wohl sofort auf null gesenkt werden. Die davon verursachten Opportunitätskosten ließen sich kaum rechtfertigen.²⁹⁸ Umso wahrscheinlicher wird das Zustandekommen einer Einigung gehalten, je umfassender der Klimawandel sich räumlich auswirkt und je größer die erwarteten Schädigungen ausfallen. Als „gefährlich“ erachten die Teilnehmer der *Klimarahmenkonvention* seit der 15. Vertragsstaatenkonferenz in *Kopenhagen* im Jahr 2009 einen Anstieg der globalen Erdmitteltemperatur um mehr als 2 °C bis zum Jahr

²⁹³ UNFCCC (2013a): S. 9.

²⁹⁴ UNEP (2012): S. 10.

²⁹⁵ Vgl. Yamin, F./Smith, J. B./Burton, I. (2006): S. 83.

²⁹⁶ Vgl. Yamin, F./Smith, J. B./Burton, I. (2006): S. 84.

²⁹⁷ Vgl. Yamin, F./Smith, J. B./Burton, I. (2006): S. 88.

²⁹⁸ Es sei angemerkt, dass dazu mindestens die weltweit umfassende Anerkennung von „animal rights“ notwendig wäre.

2050 gegenüber vorindustriellem Niveau.²⁹⁹ Und im darauf folgenden Jahr 2010 konnte man sich auf der 16. Vertragsstaatenkonferenz in *Cancun* auf das klimapolitische Ziel einigen, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur unter 2 °C halten zu wollen.³⁰⁰

Im Rahmen der Diskussion um die Interpretation des 2 °C-Zieles wird häufig die Festlegung auf eine atmosphärische Treibhausgaskonzentration in Höhe von 450 ppm CO_{2eq} als langfristiger Zielwert diskutiert.³⁰¹ Ein solches Ziel zu erreichen, bedeutet, dass mit einer 50 %igen Wahrscheinlichkeit die globale Durchschnittstemperatur nicht über 2 °C gegenüber vorindustriellem Niveau ansteigt.³⁰² Um dieses klimapolitische Ziel im Jahr 2050 zu erreichen, wäre aus naturwissenschaftlicher Sicht eine weltweite Reduktion der Emission von Treibhausgasen um 50 - 85 % gegenüber 1990 notwendig.³⁰³ Mit Auswahl des Ausmaßes von Vermeidungsanstrengungen und der Geschwindigkeit ihrer Umsetzung wird das erreichbare Konzentrationsniveau bestimmt.³⁰⁴ Um das Klimaschutzziel auf einem kosteneffizienten Emissionspfad realisieren zu können, wäre es erforderlich, so Berechnungen des Umweltprogramms der *Vereinten Nationen*, die jährlichen Treibhausgasemissionen bis 2020 auf rund 46 Gt CO_{2eq} und bis zum Jahr 2030 auf 41 Gt CO_{2eq} zu reduzieren. Im Jahr 2050 dann dürften die Treibhausgasemissionen rund 27 Gt CO_{2eq} nicht überschreiten.³⁰⁵ Um auf lange Sicht die Treibhausgaskonzentration auf dem entsprechenden Niveau konstant halten zu können, müsste die Emissionsrate von Treibhausgasen der Absorptionsrate durch die Ökosysteme entsprechen oder niedriger als diese sein. Dazu müssten die jährlichen anthropogenen Treibhausgasemissionen letztlich um rund 80 % im Vergleich zum Emissionsniveau des Jahres 2000 sinken.³⁰⁶ Gegeben, dass jede Emissionseinheit unabhängig vom Zeitpunkt ihrer Emission die Konzentrationshöhe gleichermaßen beeinflusst, ist es möglich, die Höhe einer maximal zulässigen Immissionsmenge an Treibhausgasen anzugeben, die nicht überschritten werden darf, wenn ein bestimmtes Temperaturniveau als Zielgröße

²⁹⁹ Siehe *UNFCCC (2009)*: S. 1. Für eine kritische Auseinandersetzung mit dem 2 °C-Ziel siehe bspw. *Houghton, J. (2009)*: S. 311 f.

³⁰⁰ Vgl. *UNFCCC (2010b)*: S. 3 und *IEA (2013a)*: S. 14.

³⁰¹ Für eine Übersicht und Diskussion verschiedener Abschätzungen zum Zusammenhang unterschiedlicher atmosphärischer Treibhausgaskonzentrationen und dem Erreichen des 2 °C-Zieles vgl. die Arbeit von *Meinshausen, M. (2006)*. Bei Konzentrationen über 550 ppm wäre das 2 °C-Ziel nicht mehr, hingegen bei Konzentrationen von unter 400 ppm sehr sicher erreichbar. Bei Konzentrationen zwischen 400 und 475 ppm kann die Erreichung möglich sein, vgl. *Meinshausen, M. (2006)*: S. 275. Ob diese Zusammenhänge stimmen, hängt entscheidend davon ab, ob die Klimasensitivität verschiedener Treibhausgaskonzentrationen zutreffend abgeschätzt werden kann, vgl. *Edmonds, J./Smith, S. J. (2006)*: S. 383.

³⁰² Vgl. *IEA (2009a)*: S. 196. Die zugrundeliegende Annahme bzgl. der Klimasensitivität entspricht den *IPCC*-Szenario der Kategorie mit 445 - 490 ppm-CO_{2eq}, vgl. *Barker, T. et al. (2007)*: S. 39.

³⁰³ Vgl. *Houghton, J. (2009)*: S. 311.

³⁰⁴ Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. 225.

³⁰⁵ Vgl. *UNEP (2012)*: S. 24.

³⁰⁶ Vgl. *Stern, N. (2007)*: S. 223. Für weitergehende Notwendigkeiten der prozentualen Emissionsreduktion, etwa eine Absenkung auf null, sprechen sich andere Autoren aus. Vgl. *Matthews, H. D./Caldeira, K. (2008)*: S. 1.

ausgewählt worden ist.³⁰⁷ Soll die Wahrscheinlichkeit der Erreichung des 2 °C-Ziels bei mind. 50 % liegen, beträgt das gesamte Emissionsbudget für die Jahre 2000 - 2050 rund 1.440 Gt CO₂.³⁰⁸ Allerdings ist davon zwischen den Jahren 2000 und 2011, also in einem Fünftel des Gesamtzeitraums, mit etwa 420 Gt CO₂, bereits rund ein Drittel emittiert worden.³⁰⁹ Angesichts des weltweit steigenden Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums stellt die Realisierung von Klimaschutz eine erhebliche weltweite Herausforderung für menschliche Gesellschaften dar.

³⁰⁷ Vgl. *Meinshausen, M. et al. (2009)*: S. 1158.

³⁰⁸ Vgl. *Meinshausen, M. et al. (2009)*: S. 1159.

³⁰⁹ Vgl. *IEA (2013a)*: S. 16. Würden sämtliche derzeit als verfügbar geltenden, zu aktuellen Marktpreisen und bei bestehender Technologie abbaubaren Energiereserven im Zeitraum zwischen 2000 und 2050 in Produktionsprozessen verwendet, würden rund 2.800 Gt CO₂ emittiert, vgl. *Meinshausen, M. et al. (2009)*: S. 1160.

*“As Society becomes more complex,
the need for collective action grows.
Globalization has taken this need to new heights.”*

Todd Sandler³¹⁰

3 Realisierung von Klimaschutz: Eine globale Herausforderung

Klimaschutz wird in dieser Arbeit als die Aufrechterhaltung der herrschenden stabilen klimatischen Bedingungen des Holozäns verstanden. Mit diesem Verständnis kompatibel ist das von den Teilnehmern der *Klimarahmenkonvention* verfolgte Ziel, einen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur von über 2 °C gegenüber vorindustriellem Niveau zu verhindern, um damit einen „gefährlichen“ Klimawandel zu vermeiden.³¹¹ Solange sich der Einfluss der übrigen Subsysteme des Klimasystems nicht verändert, ist der Mensch in der Lage, Klimaschutz, d. h., eine gewünschte Klimaqualität, zu „produzieren“.³¹² Um das Kollektivgut „Aufrechterhaltung des Klimas, wie es derzeit im Holozän vorherrscht“ bereitzustellen, ist die Nutzung der globalen Allmende „Erdatmosphäre“ als Deponie für Treibhausgasemissionen einzuschränken. Zu Depozwecken genutzt werden darf die Atmosphäre solange, bis die atmosphärische Treibhausgaskonzentration eine bestimmte Schwelle nicht überschreitet, ab der ein klimatischer Wandel ausgelöst wird, der über einen Zeitraum von hunderten bis tausenden von Jahren als unumkehrbar gilt. Klimaschutz zu realisieren, erfordert demnach, den Ausstoß von Treibhausgasen in die Atmosphäre entsprechend zu verringern. Drei Themen stehen im Zentrum dieses Kapitels. Erstens wird die Bereitstellung von Klimaschutz auf Basis eines international umfassenden Abkommens ökonomisch analysiert. Zweitens wird der Frage nachgegangen, ob die nachhaltige Nutzung der Treibhausgasdeponie Erdatmosphäre auf dem Wege der Selbstregulierung auf Ebene aller ihrer Nutzer möglich ist. Drittens wird die Möglichkeit untersucht, ob, und wenn ja unter welchen Bedingungen, Klimaschutz auf internationaler Ebene auf Basis einer unvollständigen Kooperation von Staaten bereitgestellt werden könnte.

Da es sich bei dem anthropogenen Klimawandel in erster Linie um ein intergenerationales Verteilungsproblem handelt, kann Altruismus einen Grund darstellen, Klimaschutzmaßnahmen durchzuführen.³¹³ Dieser Altruismus wird im Folgenden gemäß *Hochman/Rodgers* als „ergebnisorientierter“ Altruismus aufgefasst: So stellt sich das Problem der Bereitstellung von Beiträ-

³¹⁰ Sandler, T. (2004): S. 17.

³¹¹ Vgl. hierzu Kap. 2.2.3 und 2.2.4.

³¹² Diese Beeinflussung kann selbstverständlich nur den Teil des Klimawandels betreffen, der infolge von menschlicher Untätigkeit zu erwarten ist, der also zumindest potenziell verhindert werden kann.

³¹³ Für die Feststellung, dass es sich beim Klimawandel in erster Linie um ein Verteilungsproblem handelt, siehe Kap. 2.2.3.

gen zum Klimaschutz analog zum Problem freiwilliger Beitragsleistungen zu einem Umverteilungsbudget zugunsten armer Gesellschaftsmitglieder dar. Unter der Annahme, dass die Nutzenfunktionen von Menschen miteinander verknüpft sind, kann es im Interesse von Menschen liegen, zu Umverteilungsmaßnahmen beizutragen.³¹⁴ Die Nutzenfunktionen von Gesellschaftsmitgliedern könnten dabei so miteinander verbunden sein, dass Menschen mit hohem Einkommen einen Nutzenzuwachs verspüren, wenn das Einkommen derjenigen mit bisher niedrigen Einkommen ansteigt.³¹⁵ Unerheblich für das Nutzenniveau der reichen Gesellschaftsmitglieder ist hingegen, wie es zu dem Einkommenszuwachs bei den ärmeren kommt bzw. wer dazu beigetragen hat; nur die Beiträge selbst, die eigenen wie jene anderer, sind werthaltig. Ein so modellierter „ergebnisorientierter“ Altruismus abstrahiert von persönlichen Empfindungen, die mit einem Umverteilungsvorgang verbunden sind. Insofern Altruismus in dieser Art interpretiert wird, stellt die Umverteilung eines Geldbetrages zu Gunsten Armer ein öffentliches Gut dar.

Sollten nun Individuen die beschriebenen „ergebnisorientierten“, altruistischen Präferenzen haben und läge ihnen damit, außer an ihrem eigenen, auch etwas am Wohlergehen anderer, könnte sich dies in einer „Präferenz für Klimaschutz“ äußern. Individueller Wunsch wäre dann, dass sich das Klima auf einem Niveau stabilisiert, auf welchem die Person selbst, insbesondere aber andere, darunter auch die eigenen Nachkommen, in Zukunft vor den negativen Folgen des anthropogenen Klimawandels bewahrt werden. Das öffentliche Gut besteht dann nicht in der Besserstellung der Vermögenssituation Armer um einen bestimmten Geldbetrag, sondern in der Besserstellung nachfolgender Generationen mittels Durchführung von wirksamen Klimaschutzmaßnahmen.

3.1 Probleme der Bereitstellung von Klimaschutz

Mit der Annahme einer „Präferenz für Klimaschutz“ wird für den weiteren Gang der Arbeit von dem Motivationsproblem eines rationalen Entscheiders, überhaupt einen Klimaschutzbeitrag leisten zu wollen, abstrahiert. Allerdings reicht der Wunsch, der anthropogene Klimawandel möge verhindert werden, allein nicht aus, um dem möglichen klimatischen Wandel auch tatsächlich entgegenwirken zu können. Die Bereitstellung von Klimaschutz ist mit Problemen behaftet.

3.1.1 Probleme der Bereitstellung auf Basis „klimafreundlichen“ Verhaltens

Eine Möglichkeit zur Befriedigung der „Präferenz für Klimaschutz“ besteht für eine Person darin, sich „klimafreundlich“ zu verhalten. Ein solches Verhalten zielt darauf ab, die Treibhausgasemissionen, die auf die individuelle Güter- und Dienstleistungsnutzung zurückzuführen sind, zu reduzieren oder ganz zu vermeiden. Beabsichtigt nun eine Person, ausgehend von einem Status

³¹⁴ Vgl. Hochman, H. M./Rodgers, J. D. (1969): S. 543.

³¹⁵ Vgl. Hochman, H. M./Rodgers, J. D. (1969): S. 543.

quo, ein gegebenes individuelles Nutzenniveau „klimafreundlicher“ zu erreichen, müssen allerdings neben den Aufwendungen für die gewünschten Güter und Dienstleistungen Kosten für die Vermeidung von Treibhausgasemissionen getragen werden. So liegen bspw. die Kosten eines Autos mit Hybrid-Motor über den Kosten eines ansonsten vergleichbar ausgestatteten Modells mit Ottomotor. D. h., verwendet eine Person Teile ihres Einkommens zum Kauf von Technologien zur Vermeidung von Emissionen, entstehen Opportunitätskosten, weil auf die Verwirklichung anderer Nutzen stiftender Verwendungszwecke mit eben diesem Teil des Einkommens verzichtet werden muss.³¹⁶ Zu einem Nutzenverzicht kommt es auch, wenn auf den Konsum besonders „klimaintensiver“ Güter, das sind solche, zu deren Herstellung relativ viele Treibhausgase emittiert werden, aus Gründen des Klimaschutzes ganz verzichtet wird. So kann etwa die Nutzung des eigenen Autos in der Stadt durch den öffentlichen Personennahverkehr substituiert oder auf Fernreisen mit dem Flugzeug ganz verzichtet werden.

Während nun mit eigenem klimafreundlichem Verhalten untrennbar ein persönlich spürbarer Nutzenverzicht verbunden ist, ist die Erfüllung der Präferenz für Klimaschutz mit individuellen Klimaschutzbemühungen mindestens aus zwei Gründen nicht unbedingt sichergestellt:³¹⁷ Erstens ist kein Individuum in der Lage, Klimaschutz allein durch die Veränderung seiner persönlichen CO₂-Bilanz zu realisieren. So lagen etwa im Jahr 2008 die durchschnittlichen Kohlendioxidemissionen in Deutschland bei rund 10 Tonnen pro Einwohner.³¹⁸ Die weltweiten CO₂-Emissionen betrugen im selben Jahr allerdings knapp 32 Milliarden Tonnen.³¹⁹ Das bedeutet, dass eine einzelne Person keinen messbaren Einfluss auf das Klima der Erde ausüben kann, selbst wenn es ihr gelänge, im Laufe ihres Lebens auf die Emission von fossilen Klimagasen vollständig zu verzichten. Die Entwicklung des Klimas vollzieht sich unabhängig von den Konsumentscheidungen Einzelner.³²⁰ Daher fallen auf individueller Ebene ausschließlich Kosten an, wenn aus Gründen des Klimaschutzes Konsumverzicht geleistet wird und die Konsumzurückhaltung selbst keinen Nutzen stiftet.³²¹ Klimawirksam können individuelle Minderungsbemühungen erst werden, wenn sie von genügend vielen Menschen auf sich genommen werden. Zweitens kann die Erfüllung der Präferenz für Klimaschutz selbst dann nicht unbedingt sichergestellt werden, wenn die Anzahl von Personen mit Präferenzen für Klimaschutz potenziell groß genug

³¹⁶ Vgl. Krol, G.-J./Karpe, J. (1999): S. 22.

³¹⁷ Eine Diskussion um den möglichen Einfluss des Umweltbewusstseins auf individuelles, umweltschädigendes Verhalten führt Kortenjann, A. (2008).

³¹⁸ Vgl. Statistisches Bundesamt (2010a): S. 320.

³¹⁹ Vgl. BMWI (2010).

³²⁰ Vgl. Kortenjann, A. (2008): S. 39.

³²¹ Dem entgangenen Nutzen steht lediglich die Einhaltung der intrinsisch motivierten, selbst auferlegten Handlungsbeschränkung gegenüber. Ob die Beachtung eigener moralischer Vorstellungen einen Nutzen stiften kann oder ob es sich dabei lediglich um künstliche, selbst auferlegte Grenzen der eigenen materiellen Bedürfnisbefriedigung handelt, soll hier nicht diskutiert werden. Für eine Diskussion über die Bedeutung von Moral als Ausdruck von Präferenzen oder Mittel der Selbstbeschränkung vgl. Vanberg, V. (2008).

ist, um Klimaschutz bereitstellen zu können. Bestimmte, im Folgenden näher beschriebene, handlungswirksame Anreize können Menschen mit Präferenzen für Klimaschutz davon abhalten, sich dafür zu entscheiden, freiwillig eigene Bemühungen zum Klimaschutz auf sich zu nehmen, und zwar auch dann, wenn sie sich mit hinreichend vielen anderen auf die Erreichung eines bestimmten Klimaschutzniveaus geeinigt hätten. Denn jeder individuelle Beitrag zum Klimaschutz hat – ebenso wie die stabilen klimatischen Verhältnisse an sich – den Charakter eines reinen öffentlichen Gutes.

Um ein reines öffentliches Gut handelt es sich, wenn erstens niemand von dem Konsum eines Gutes ausgeschlossen werden kann, sobald es einmal bereitgestellt worden ist. Zweitens herrscht keine Rivalität im Konsum, d. h., der Konsum des öffentlichen Gutes durch eine beliebige Person A kann den Nutzen, den eine beliebige andere Person B aus der Bereitstellung desselben Gutes zieht, nicht beeinträchtigen.³²² Diese Eigenschaften treffen auf die Beiträge zur Erreichung eines bestimmten Klimaschutzzieles zu:³²³ Da niemand von den herrschenden klimatischen Bedingungen auf der Erde ausgeschlossen werden kann, kann auch niemand von den Wirkungen von Klimaschutzbeiträgen ausgeschlossen werden. D. h., ebenso wie sich die negativen externen Effekte von Treibhausgasemissionen weltweit auswirken, fällt auch der Nutzen von Emissionsreduktionen global an. Denn der Ort, an dem der Treibhausgasausstoß reduziert wird, ist für eine klimawirksame atmosphärische Veränderung nicht relevant. Da mit der Treibhausgasreduktion keine regional oder persönlich ausschließbaren materiellen Nutzen anfallen, verspürt derjenige, der die Reduktionsmaßnahme durchführt, denselben potenziellen Nutzenzuwachs wie jeder beliebige andere Mensch auf der Erde. Während die Kosten der Beitragsleistung individuell anfallen, fällt der potenzielle Nutzen der eingesparten Emissionsmenge unabhängig davon an, wie viele Personen davon profitieren.

Es sind diese Eigenschaften öffentlicher Güter, die aus der Situation der Auswahl zwischen den zwei Handlungsalternativen, sich klimafreundlich zu verhalten oder es nicht zu tun, eine strategische Entscheidungssituation werden lassen: Geht es den Individuen mit Präferenzen für Klimaschutz ausschließlich um die Stabilisierung des Klimas und nicht um die Klima schonende Handlung selbst, ist jeder Beitrag zur Zielerreichung, den andere Personen erbringen, ebenso viel wert wie jeder eigene erbrachte Beitrag. Da aber bei einem Beitrag, den andere erbringen, keine eigenen Nutzenverzichte erforderlich sind, werden die Beitragsleistungen anderer den eigenen stets vorgezogen.

Im Folgenden wird, mit Hilfe des einmalig gespielten Gefangenendilemmas im Zwei-Personen-Fall, dargestellt, wie individuelle Anreize Personen mit Präferenzen für Klimaschutz daran hindern, das kollektiv erwünschte Ziel eines stabilen Klimas allein auf Basis von Individualent-

³²² Vgl. *Samuelson, P. A. (1954): S. 387.*

³²³ Vgl. *Stern, N. (2007): S. 27.*

scheidungen zu erreichen. Das Gefangenendilemma beschreibt eine von vielen möglichen strategischen Entscheidungssituationen mit Konfliktpotenzial, in denen ein kollektiv erwünschtes Ziel nicht ohne Weiteres durch die Wahl individuell optimaler Handlungsoptionen erreicht werden kann.³²⁴ Im Gefangenendilemma tritt dieses Problem des Auseinanderfallens individueller und kollektiver Rationalität besonders deutlich hervor, da die individuellen Handlungsanreize zwangsläufig in eine unerwünschte Dilemmasituation führen, die zu verlassen die Individuen allein nicht in der Lage sind.³²⁵

Die Spieler befinden sich in der in *Abbildung 3a* dargestellten Situation, in der sie sich entscheiden müssen, ob sie einen Beitrag zur Bereitstellung eines Kollektivgutes leisten oder nicht. Während Spieler A eine beliebige Person einer Gesellschaft repräsentiert, werden alle übrigen Gesellschaftsmitglieder durch den Spieler B darstellt. Die Spieler verfügen über identische Präferenzen und vollkommene Information. Die Payoffs für die vier unterschiedlichen Strategiekombinationen sind daher symmetrisch und bekannt. Die mit der Option „beitragen“ verbundene Reduktionsmenge von Treibhausgasemissionen ist normiert und verursacht bei den Spielern identische Kosten in Höhe von „ c_i “. Der erzielbare individuelle Nutzen jedes Beitrags beträgt „ b_i “. Dabei gilt, wie im Beispiel der Reduktion des individuellen Treibhausgasausstoßes geschildert, „ $c_i > b_i$ “, d. h. die Kosten einer alleinigen Bereitstellung sind größer als der damit erzielbare Nutzen. Jeder Beitrag hat für alle Spieler einen strikt positiven und konstanten Grenznutzen, weshalb sich der Nutzen der gemeinsamen Beitragsleistung auf $2b_i$ für jeden Spieler summiert.

Abbildung 3a: Strategische Situation bei der Bereitstellung eines individuellen Beitrags zum Klimaschutz

		Spieler B	
		beitragen	nicht beitrage
Spieler A	beitragen	$2b_i - c_i$ (a) $2b_i - c_i$	$b_i - c_i$ (b) b_i
	nicht beitrage	b_i (c) $b_i - c_i$	0 (d) 0

Eigene Darstellung in Anlehnung an *Sandler, T. (2004): S. 21.*

³²⁴ Tatsächlich gibt es viele unterschiedliche strategische Entscheidungssituationen innerhalb sozialer Interaktionen. Die relative Höhe der Payoffs wird dabei jeweils von der Entscheidungsumwelt bestimmt. Das Gefangenendilemma beschreibt daher eine solche Situation neben vielen anderen möglichen. Eine Taxonomie der 78 möglichen „unterschiedlichen“, einmalig gespielten, strategischen 2x2 Entscheidungssituationen bei stabilen Präferenzen bieten *Rapoport, A./Guyer, M. (1966).*

³²⁵ Vgl. *Barrett, S. (2005): S. 54 f.*

Die relative Vorteilhaftigkeit der Auszahlungen lässt sich aus individueller Sicht in eine eindeutige Reihenfolge mit abnehmender Auszahlungshöhe bringen: Den höchsten Payoff „ b_i “ erzielt A , wenn B allein zur Bereitstellung des öffentlichen Gutes beiträgt, an zweiter Stelle steht die gemeinsame Beitragsleistung „ $2b_i - c_i$ “, gefolgt vom gemeinsamen „nicht beitragen“ mit einem Payoff von „0“. An letzter Stelle der Rangfolge rangiert die einseitige Beitragsleistung „ $b_i - c_i$ “. In der hier betrachteten Situation haben die Spieler keine Möglichkeit, bindende Abreden zu treffen. Beide Spieler wissen aber, dass sie individuelle Nutzenmaximierer sind, so dass jeder vom anderen Spieler weiß, dass dieser eine Situation mit höheren Payoffs einer anderen mit niedrigeren vorzieht. Beide Spieler wissen auch um die Interdependenz ihrer Entscheidungen. Diese wechselseitige Abhängigkeit der erzielbaren Auszahlungen müssen die Spieler in ihrer Entscheidungsfindung berücksichtigen. Tatsächlich hat Spieler A im Gefangenendilemma eine dominante Strategie:³²⁶ Egal wie B sich verhält, für A ist es in jedem Fall besser, keinen Beitrag zur Bereitstellung des Gutes zu leisten. Denn wenn sich B zu einem Beitrag entscheidet, ist es für A besser, selbst nicht beizutragen. Der Payoff in Zelle (c) ist für A größer als der in Zelle (a), A kommt so in den Genuss einer bereitgestellten Klimaschutzeinheit, ohne selbst Kosten aufwenden zu müssen. Sollte B keinen Beitrag leisten ist es für A ebenfalls besser, keinen Beitrag zu leisten. Hier ist seine Auszahlung in Zelle (d) größer als die in Zelle (b). So entkommt A der Ausbeutungssituation, in der er die Kosten der Bereitstellung allein auf sich nehmen muss, aber beide den Nutzen davon tragen. Da die Auszahlungen symmetrisch sind, gilt gleiches auch für Spieler B . Beide Spieler werden, ihren dominanten Strategien folgend, sich dazu entscheiden, nicht beizutragen.

Die Verfolgung ihrer dominanten Strategien führt die beiden Spieler unweigerlich in ein Pareto-inferiores Nash-Gleichgewicht in Zelle (d). Sie befinden sich dort in einer stabilen Situation, weil, bei gegebener Strategiewahl des jeweils anderen, keiner der beiden Spieler davon abweichen wird. Es entsteht ein soziales Dilemma.³²⁷ Denn es gibt im Vergleich zu (d) eine Pareto-superiore Situation, in der mindestens ein Spieler besser gestellt werden könnte, ohne zugleich den anderen Spieler schlechter zu stellen. Zelle (a) stellt eine solche Situation dar, hier könnten

³²⁶ Als dominant wird diejenige Strategie aus einer gegebenen Menge an Strategien bezeichnet, die, gegeben die Strategie des jeweils anderen Spielers, stets die höheren Payoffs bereithält.

³²⁷ Eine solche Situation, die sich auf die freiwillige Finanzierung von Staatsaufgaben bezieht, beschrieb bereits Knut Wicksell vor über 100 Jahren: „Wenn der einzelne sein Geld so für private und öffentliche Ausgaben verwenden soll, dass für ihn die persönlich größtmögliche Befriedigung entsteht, so wird er für die öffentlichen Zwecke (wenigstens wenn man von Gebühren und Taxen absieht) offenbar keinen Deut zahlen. Denn, ob er viel oder wenig zahlt, das wird meistens auf den Umfang der Staatsleistungen einen so geringen Einfluss haben, dass er selbst davon so gut wie gar nichts verspüren wird. Allerdings, wenn jedermann dasselbe tun wollte, so würde der Staat bald aufhören müssen zu funktionieren. Der Nutzen und Grenznutzen der Staatsleistungen (der öffentlichen Güter Mazzolas) für den Einzelnen wird also freilich im allerhöchsten Grade von dem abhängen, wie viel alle übrigen Mitglieder des Staates dafür zahlen, aber so gut wie gar nicht von dem, wie viel er selbst zahlt.“, Wicksell, K. (1969 [1896]): S. 100.

sich sogar beide Spieler besserstellen. Die Verfolgung des Eigeninteresses hindert sie aber daran, den Pareto-inferioren Zustand zu verlassen.

Wenn also eine Person mit Präferenzen für Klimaschutz zwischen einer klimafreundlichen oder einer nicht klimafreundlichen Handlungsalternative wählen kann, befindet sie sich in einer Entscheidungssituation, die derjenigen entspricht, wie sie bei der privaten Bereitstellung von Kollektivgütern häufig auftritt: Solange sie von dem Nutzen, den Klimaschutz bietet, nicht ausgeschlossen werden kann, besteht kein Anreiz, freiwillig einen eigenen Beitrag zum Schutz der Atmosphäre zu leisten. So führen das bei einzelnen Menschen auf individueller Ebene vorhandene Wissen um den anthropogenen Klimawandel und der Wunsch, diesen zu vermeiden, nicht zu einem veränderten Verhalten bei der Nutzung der Erdatmosphäre.³²⁸ Zu gering ist der eigene Beitrag im Verhältnis zur benötigten Reduktionsmenge an Treibhausgasen, zu groß die Versuchung für jeden, auf freiwilligen Reduktionsleistungen anderer Trittbrett zu fahren.³²⁹ Das Kollektivgut Klimaschutz wird privat nicht bereitgestellt, selbst wenn dessen Bereitstellung aus kollektiver, generationenübergreifender und individueller, altruistischer Sicht gewünscht wäre.

3.1.2 Probleme der Bereitstellung auf Basis unilateraler Klimapolitik eines Staates

Wenn bestimmte Güter auf Märkten nicht bereitgestellt werden, obwohl positive Zahlungsbereitschaften nach diesen Gütern vorhanden sind, könnte eine notwendige Bedingung für einen Staatseingriff erfüllt sein. Insofern eine solche Bedingung für das Kollektivgut Klimaschutz erfüllt ist, könnten Kollektiventscheidungen an die Stelle individueller Marktentscheidungen treten. Im Gegensatz zu Individualentscheidungen entscheiden dann Gruppen verbindlich über einen Gegenstand. Die Auswirkungen getroffener Entscheidungen können dabei exklusiv die Mitglieder der Gruppe betreffen, u. U. aber auch darüber hinaus Nicht-Gruppenmitglieder erreichen.³³⁰

Entscheiden sich nun in einer Kollektiventscheidung, z. B. durch ein sie vertretendes Parlament, die Bürger eines Landes dazu, ein gemeinsames Klimaschutzziel erreichen zu wollen, müssen sie auch darüber befinden, welche klimapolitischen Instrumente zur Zielerreichung eingesetzt werden sollen. Denn es sind Maßnahmen zu bestimmen, mit denen die Bürger dazu gebracht werden, klimafreundliche Verhaltensweisen zu wählen. Als grundsätzliche Alternativen bieten sich positive und negative Handlungsanreize an. Positive Handlungsanreize gehen bspw. von Subventionen aus, mit denen klimafreundliches Verhalten gefördert wird. Die Auferlegung von Sanktionen für bestimmte Formen nicht klimafreundlichen Verhaltens zählt zu den negativen Handlungsanreizen. Der gesetzte Handlungsanreiz muss dabei so stark sein, dass aus indivi-

³²⁸ Vgl. Kortenjann, A. (2008): S. 38.

³²⁹ Vgl. Kortenjann, A. (2008): S. 40.

³³⁰ Die gegenseitige Abhängigkeit innerhalb des Entscheidungsprozesses macht die Kollektiventscheidung zu einer Situation strategischer Interaktion aller beteiligten Personen.

dueller Sicht die Befolgung der zu etablierenden Regelungen, mit denen das Klimaschutzziel erreicht werden soll, lohnend ist. Die Anreize, sich kooperativ zu verhalten, müssen also nach Einführung der entsprechenden klimapolitischen Instrumente stärker als jene sein, sich nicht kooperativ zu verhalten.³³¹ Insofern der Wunsch nach Klimaschutz politisch wirksam geäußert wird und die notwendigen Abstimmungsquoten in der Kollektiventscheidung erreicht werden, kann der Einsatz zielkonformer, umweltpolitischer Instrumente legitimiert werden.

In vielen Fällen können vorhandene Kollektivgutprobleme gelöst werden, wenn die Bereitstellung von Kollektivgütern durch staatliche Institutionen sichergestellt wird. Für die Lösung des hier betrachteten Kollektivgutproblems jedoch ist der Übergang von der individuellen auf eine nationale, kollektive Bereitstellungsebene nicht ausreichend. Klimaschutz stellt ein globales Kollektivgut dar und wirkt über alle nationalstaatlichen Grenzen hinweg. Dabei ist kein einzelner Staat allein in der Lage, die Überschreitung möglicher Temperaturschwellen innerhalb des Klimasystems, ab denen sich der Klimawandel nicht mehr aufhalten lässt, zu verhindern.³³²

Von den etwa 32 Gigatonnen Kohlendioxid, die im Jahr 2010 weltweit infolge der Verbrennung fossiler Energieträger emittiert worden sind, entfielen knapp über 25 % auf Verbrennungsanlagen, die in *China* betrieben wurden, und rund 18,5 % auf jene in den *USA*. Auf *Japan* entfiel ein Anteil von rund 4 %, *Deutschland* erreichte etwa 2,5 %, *Großbritannien* 1,7 % und *Frankreich* kam auf 1,2 %.³³³ Der Anteil *Deutschlands* an den CO₂-Emissionen des Jahres 2010 betrug 830 Millionen Tonnen. Würde es allein in *Deutschland* zu einer Minderung der Emissionen kommen, könnte das Anwachsen der globalen Durchschnittstemperaturen kaum verhindert werden; ebenso wenig, wie dies die Reduktion in einem beliebigem anderen Land vermögen würde. Die Emissionsmengen einzelner Staaten haben für „unilaterale“ Klimaschutzmaßnahmen, das sind solche, die in einem Staat umgesetzt werden, ohne dass dessen Klimapolitik in gemeinsamer Abstimmung mit anderen Staaten erfolgt, eine zu geringe Bedeutung. Klimapolitische Alleingänge sind nicht hinreichend, um das internationale klimapolitische Ziel zu erreichen.³³⁴ Um Klimaschutz bereitzustellen, ist stattdessen ein gemeinsames Handeln auf Ebene von Staaten erforderlich.

³³¹ Vgl. Barrett, S. (2005): S. 57.

³³² Vgl. Sandler, T. (2003): S. 141 oder Endres, A. (2008): S. 362.

³³³ Vgl. BMWI (2010).

³³⁴ Aus den angegebenen, zeitpunktbezogenen prozentualen Anteilen am weltweiten Treibhausgasausstoß einzelner Länder lässt sich der mögliche Einfluss einzelner Staaten auf ein internationales Klimaschutzziel natürlich nicht unmittelbar ableiten. Zu berücksichtigen wären Faktoren wie das wirtschaftliche Wachstum oder die Höhe der Kosten der eingesetzten Vermeidungstechnologien. Zudem kann nicht davon ausgegangen werden, dass sich das Emissionsverhalten der in den jeweiligen Staaten ansässigen Emittenten unabhängig vom Grad der Regulierung entfaltet. Eine Betrachtung des Problems möglicher Ausweichreaktionen und deren Folgen erfolgt in Kap. 3.3.5.

3.1.3 Probleme der Bereitstellung auf Basis eines internationalen Abkommens aller Staaten

Wenn Staaten beabsichtigen, zusammen mit anderen Nationen gemeinsame Ziele zu erreichen, werden internationale Abkommen getroffen. In gegenseitiger Absprache werden Ziele formuliert und die Durchführung von Maßnahmen vereinbart, mit deren Umsetzung die gemeinsamen Absichten verwirklicht werden sollen. In einem internationalen Klimaabkommen etwa könnten die Vertreter von Nationalstaaten vereinbaren, das Eintreten eines Klimawandels verhindern und die Aufrechterhaltung der stabilen klimatischen Verhältnisse sicherstellen zu wollen. Über die Vereinbarung der Reduktion des jährlichen Treibhausgaseintrags in die Atmosphäre könnte ein Anwachsen des Konzentrationsgrades an atmosphärischen Treibhausgasen, einer Bestandsgröße, zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft über einen festgelegten Grenzwert hinaus verhindert werden. Sollte ein Abkommen an der Stromgröße der Treibhausgasemissionen ansetzen, wäre also die Vereinbarung einer Emissionsmenge in Einheiten $\text{CO}_{2\text{eq}}$ notwendig, die von den Teilnehmern des Abkommens gemeinsam jährlich emittiert werden dürfte.

Die Situation, in der sich Staaten bei einer solchen Einigung auf ein Klimaschutzabkommen befinden, entspricht derjenigen einer privaten Bereitstellung von Kollektivgütern.³³⁵ Die klassische Problematik einer solchen Bereitstellung von Klimaschutz wird nachfolgend spieltheoretisch analysiert.³³⁶ Im Rahmen der spieltheoretischen Analyse internationaler Verträge werden aus Vereinfachungsgründen gewöhnlich Staaten als Träger von Entscheidungs- und Gestaltungsmacht modelliert. Jeder Staat wird dabei als Entscheidungseinheit angesehen und als ein Spieler präsentiert.³³⁷ Dabei verhält sich jeder Spieler wie ein wohlwollender Diktator, der die Wohlfahrt des von ihm regierten Landes zu maximieren versucht.³³⁸ Unter der Annahme, dass jede nicht emittierte Tonne an Treibhausgasen denselben potenziellen Beitrag zur Verminderung des Ausmaßes eines Klimawandels darstellt, kann jeder Klimaschutzbeitrag eines Staates durch den jedes anderen Staates substituiert werden. Solange der Beitritt zu einem Klimaschutzabkommen und die Rückführung vereinbarter Reduktionsmengen auf Freiwilligkeit beruhen, bedeutet diese Substituierbarkeit, dass eine strategische Entscheidungssituation vorliegt, in welcher der Free Rider-Ansatz wirkt. Aus individueller Sicht eines Staates ist es vorteilhaft, einem Klimaschutzabkommen nicht beizutreten, um ohne eigene Vermeidungsanstrengungen von

³³⁵ Vgl. *Finus, M. (2008)*: S. 30.

³³⁶ Einen Überblick über die Literatur zu spieltheoretischen Analysen des freiwilligen Beitritts zu einem internationalen Umweltabkommen und der Befolgung vereinbarter Handlungsregeln bietet *Finus, M. (2008)*. Grundlegende Beiträge zur Analyse des Zustandekommens und der Stabilität internationaler Abkommen stammen von *Barrett, S. (1994)*, *Carraro, C./Siniscalco, D. (1993)*, *Chander, P./Tulkens, H. (1992)* und *Hoel, M. (1992)*.

³³⁷ Vgl. *Barrett, S. (2005)*: S. 54.

³³⁸ D. h., dass politische Willensbildungsprozesse innerhalb von Staaten ausgeblendet werden. Zudem wird unterstellt, dass eine soziale Wohlfahrtsfunktion aufstellbar ist, und dass dem benevolenten Diktator sämtliche relevanten Elemente dieser Funktion bekannt sind.

erfolgreich umgesetzten Klimaschutzmaßnahmen anderer profitieren zu können. Für die Vertragspartner eines Abkommens, das schon besteht, stellt sich die Frage, ob sie die vereinbarten Reduktionsleistungen auch tatsächlich erbringen sollen. Es besteht der Anreiz, den vereinbarten Beitrag nicht zu leisten, sondern darauf zu spekulieren, auf den Leistungen anderer trittbrettfahren zu können.³³⁹ In der spieltheoretischen Analyse internationaler Umweltabkommen werden eben diese zwei Ausprägungen des Free-Rider-Anreizes unterschieden. Zum einen beschäftigen sich sog. „Membership-Modelle“ mit Problemen des Nicht-Beitritts zu einem internationalen Umweltabkommen. Im Zentrum dieser Modelle steht die Analyse von Anreizmechanismen zur Erhöhung der Anzahl teilnehmender Staaten. Üblicherweise werden darin die Probleme der Vertragseinhaltung ausgeblendet, in dem postuliert wird, dass die einmalige Beitrittsentscheidung mit der Einhaltung der vereinbarten Regeln einhergeht. Zum anderen beschäftigen sich sog. „Compliance-Modelle“ mit Problemen des Vertragsbruches nach einem Beitritt zu einem Abkommen. Im Zentrum stehen hier die Analyse der Bedingungen erfolgreicher Regeldurchsetzung, vertrauenswürdigen Monitorings und glaubwürdiger Sanktionierung. Üblicherweise wird in Compliance-Modellen die Existenz eines vereinbarten internationalen Umweltabkommens vorausgesetzt.³⁴⁰ Wenn man die Nichtbeachtung vereinbarter Regeln als einen de facto-Austritt aus einem Abkommen interpretiert, werden in Compliance Modellen also wiederholte Beitrittsentscheidungen behandelt. Das zuerst skizzierte Beitritts- und das zuletzt charakterisierte Compliance-Problem werden nachstehend getrennt voneinander näher betrachtet.

3.1.3.1 Das Beitrittsproblem

Im Rahmen der spieltheoretischen Analyse von Beiträgen zu einem Kollektivgut auf Ebene einzelner Wirtschaftssubjekte wurde für den Zwei-Personen-Fall bereits dargestellt, was das Auseinanderfallen von kollektiver und individueller Rationalität für das gemeinsam erreichbare Wohlfahrtsniveau bedeutet: Die Spieler sind nicht in der Lage, dem Pareto-inferioren Nash-Gleichgewicht zu entkommen.³⁴¹ Nun ist die Zahl der Teilnehmer in internationalen Klimaschutzverhandlungen ungleich größer. An den Verhandlungen zum Schutz des Klimas nehmen in der Realität nahezu sämtliche Nationen teil.³⁴²

Im Mehrpersonen-Gefangenendilemma, das in *Abbildung 3b* dargestellt wird, entscheidet eine Vielzahl von Spielern gemeinsam und simultan über die Erbringung eines eigenen Beitrags zur Erstellung eines reinen Kollektivgutes. Dabei hat im Ausgangsfall jeder individuelle Beitrag strikt positive, konstante, nicht rivale Grenznutzen für beliebig viele andere Spieler. Im vorliegenden Beispiel, siehe *Abbildung 3b*, soll zugleich der Ausstoß von Treibhausgasen in acht Län-

³³⁹ Vgl. Finus, M. (2008): S. 30.

³⁴⁰ Vgl. für diese Unterscheidung Finus, M. (2008): S. 32.

³⁴¹ Vgl. Kap. 3.1.1.

³⁴² Vgl. Barrett, S. (2005): S. 80.

dern reduziert werden.³⁴³ Als Handlungsalternativen stehen den Nationen die Emissionsreduktion um einen vorgegebenen Wert von 10 % (Kooperation) oder das Unterlassen einer solchen Reduktion (Defektion) zur Verfügung. Die Darstellung erfolgt aus Sicht eines beliebigen Landes A. Es wird dabei angenommen, dass Einkommen und Präferenzen aller Spieler identisch und somit alle Auszahlungen symmetrisch sind. Jeder individuelle Beitrag ist mit Kosten in Höhe von acht Einheiten verbunden, während der damit produzierte Nutzen von sechs Einheiten bei allen Spielern anfällt.

Abbildung 3b: Mehrpersonen-Gefangenendilemma-Matrix

Spieler/Land A	Anzahl anderer Staaten, die ihre Emissionen um 10 % reduzieren							
	0	1	2	3	4	5	6	7
... reduziert die Emissionen nicht um 10 %	0	6	12	18	24	30	36	42
... reduziert die Emissionen um 10 %	-2	4	10	16	22	28	34	40

Eigene Darstellung in Anlehnung an *Sandler, T. (2004): S. 23.*

In den Zellen erscheinen jeweils die Payoffs, die sich aus den möglichen Kombinationen der eigenen Entscheidung mit den Entscheidungen der anderen Spieler ergeben. Die Payoffs der möglichen eigenen Entscheidungen hängen jeweils von der Anzahl anderer Spieler ab, die ihre Treibhausgasemissionen um die vereinbarten 10 % senken. Mit zunehmender Anzahl beitragender Spieler steigt sowohl das individuelle als auch das kollektive Nutzenniveau. Letzteres erreicht einen maximalen Wert von 320, wenn alle Spieler kooperieren. Die allseitige Beitragsleistung stellt also das kollektive Nutzenmaximum dar. Wenn alle anderen Spieler kooperieren, kann A allerdings mit einseitiger Defektion sein individuelles Nutzenmaximum in Höhe von 42 Nutzeneinheiten erzielen, welches dann um zwei Einheiten höher liegt als der individuelle Nutzen, der bei allseitiger Kooperation erzielbar ist. Er besitzt also einen Defektionsanreiz. Solange die einseitige Defektion, unabhängig von der Anzahl kooperierender Gruppenmitglieder, stets einen größeren Payoff verspricht als die eigene Kooperation, ist es unabhängig von der Gruppengröße aus individueller Sicht stets rational zu defektieren.³⁴⁴ D. h. auch im Mehrpersonen-Fall ist lediglich das Pareto-inferiore Nash-Gleichgewicht bei allseitiger Defektion erreichbar.³⁴⁵ Es ist aus Sicht eines Nationalstaates nicht rational einem derartigen Klimaschutzabkommen beizutreten.

³⁴³ Die exemplarische Darstellung folgt *Sandler, T. (2004): S. 23 f.*

³⁴⁴ Vgl. *Barrett, S. (2005): S. 81.*

³⁴⁵ Siehe *Sandler, T. (2004): S. 24.*

3.1.3.2 Das Compliance-Problem

Statt nur einmalig aufeinanderzutreffen, treten Vertreter von Staaten, die an internationalen Klimaschutzverhandlungen teilnehmen, in verschiedenen Situationen wiederholt miteinander in Kontakt. Dies kann auf Anschlusskonferenzen im Rahmen internationaler Klimaverhandlungen der Fall sein oder auch bei Zusammenkünften im Rahmen anderer internationaler Handlungsab-sprachen und Abkommen geschehen, in denen grenzüberschreitende Fragestellungen erörtert werden. Wenn Menschen aber davon ausgehen können, wiederholt miteinander zu interagieren, besteht die Möglichkeit, dass das Entscheidungsverhalten nicht nur von den Umständen einer gegenwärtigen Entscheidungssituation bestimmt wird. So kann experimentell gezeigt werden, dass, in der Erwartung späterer Kooperationsgewinne, kurzfristig unrentabel erscheinende Ent-scheidungen, wie ein Verzicht auf kurzfristige Ausbeutungsgewinne, getroffen werden. Das Ausmaß kooperativen Verhaltens steigt, je eher zukünftige Austauschbeziehungen zu erwarten sind, je besser die Möglichkeiten sind, anderen von dem Erfolg oder Misserfolg einer Austausch-beziehung zu berichten und je größer die zukünftigen Gewinnaussichten aus der Kooperations-beziehung sind.³⁴⁶

Unter bestimmten Bedingungen werden also mögliche Auswirkungen gewählter Hand-lungsoptionen auf zukünftige gewinnversprechende Austauschbeziehungen berücksichtigt. Ent-scheidend ist, dass die handelnden Personen über die Zeit hinweg identifizierbar sind und ihr jeweiliges Verhalten in der Vergangenheit beobachtbar bzw. nachvollziehbar ist.³⁴⁷ Die handeln-den Personen sind nämlich dann in der Lage, aus dem früheren Verhalten anderer zu lernen. Sie können denen die eigene Kooperationsbereitschaft versagen, die sich in der Vergangenheit als nicht vertrauenswürdig erwiesen haben, und mit denjenigen kooperieren, die im Laufe der Zeit eine Reputation der Kooperationsbereitschaft aufbauen konnten.³⁴⁸

Wenn also Individuen nicht nur einmalig aufeinandertreffen, sondern erwarten können, dass es in der Zukunft zu wiederholten Interaktionen zwischen ihnen kommt, bietet sich, um die strategische Entscheidungssituation spieltheoretisch adäquat abbilden zu können, die Betrachtung des wiederholten Gefangenendilemma-Spiels an. Statt in der ersten Spielrunde zu defektieren und den Trittbrettfahrer-Payoff zu vereinnahmen, kann es nämlich aus individueller Sicht unter bestimmten Bedingungen attraktiver sein, zu kooperieren.³⁴⁹ Notwendig für eine derartige Veränderung der handlungsleitenden Anreize ist die Bedingung, dass die Anzahl der Runden den Spielern nicht bekannt ist. Mit dem Ziel, den höchstmöglichen Payoff der Aus-

³⁴⁶ Vgl. *Seabright, P. (1993): S. 117 f.*

³⁴⁷ Vgl. *Lahno, B. (2002): S. 240.*

³⁴⁸ Für eine entsprechende Darstellung des Aufbaus einer Reputation der Kooperationsbereitschaft vgl. *Lahno, B. (2002): S. 241 ff.*

³⁴⁹ Vgl. *Sandler, T. (2004): S. 30.* Eine grundlegende Darstellung und Diskussion wiederholter Spiele bie-tet *Taylor, M. (1987).*

tauschbeziehung zu realisieren, würden sich rationale Spieler nämlich ansonsten dem Prinzip der „Rückwärtsinduktion“ folgend verhalten.³⁵⁰ Das bedeutet, sie würden in der letzten möglichen Runde defektieren, weil diese Entscheidung vom jeweils anderen Spieler nicht mehr sanktioniert werden kann. Da eine solche Entscheidung für beide Spieler rational ist, kann bereits in der vorletzten Runde nicht mehr mit dem möglichen Kooperationsgewinn der letzten Runde gerechnet werden. Dies macht die Wahl der Defektionsstrategie bereits in dieser vorletzten Runde lohnend u. s. w. So entsteht eine Kaskade nicht realisierter Kooperationsgewinne, die mit der letzten Runde beginnt, und die sich bis in die erste Runde fortsetzt.³⁵¹ Für jeden Spieler wäre es bei bekannter Rundenanzahl rational, bereits in der ersten Runde zu defektieren; es käme also nicht zu veränderten Handlungsanreizen.³⁵²

Weil bei unbekannter Rundenanzahl das Prinzip der Rückwärtsinduktion nicht mehr gilt, wird in der ersten Runde die Kooperation nicht mehr von der Wahl der Defektionsstrategie dominiert.³⁵³ Zwar würde ein Spieler *A* die höchste Auszahlung erzielen, wenn er durchgehend einseitig defektierte und andere Spieler anhaltend einseitig kooperierten. Dass ein rationaler Mitspieler sich durchgehend für die Kooperationsstrategie entscheidet, kann *A* allerdings nicht ernsthaft erwarten. Vielmehr muss Spieler *A* bei der Auswahl einer Handlungsstrategie berücksichtigen, dass er mit seiner Entscheidung Reaktionen, darunter auch Defektionshandlungen, bei seinen Mitspielern in den nachfolgenden Runden hervorruft. Die Wahl der kooperativen Handlungsalternative ist dabei für einen Spieler *A* solange rational, wie er erwarten kann, dass auch der Mitspieler *B* kooperiert und die Gefahr eines vollständigen Spielabbruches durch *B* gegeben ist, sobald *A* auch nur einmal defektiert.³⁵⁴ Handelt ein Spieler *B* tatsächlich auf diese Weise, wendet er eine sog. Trigger-Strategie an.³⁵⁵ Das bedeutet für den Spieler *A*, dass die Wahl der Defektionsstrategie mit prohibitiv hohen Opportunitätskosten verbunden wäre. Könnte nun ein Spieler *B* dem Spieler *A* zu Beginn der gemeinsamen Interaktion glaubhaft vermitteln, dass er sich auf eine solche Trigger-Strategie festgelegt hat, wird für Spieler *A* die Kooperation zu einer für ihn vorteilhaften Strategie. Denn nur dann wäre bei einmaliger Defektion durch *A* in jedem nachfolgenden Teilspiel des wiederholten Gefangenendilemmas lediglich das Nash-Gleichgewicht allseitiger Defektion erreichbar.³⁵⁶ Die glaubwürdige Verwendung der Trigger-Strategie führt also in ein Kooperationsgleichgewicht. Die Trigger-Strategie ist allerdings nicht

³⁵⁰ Vgl. Barrett, S. (2005): S. 30.

³⁵¹ Vgl. Rieck, C. (2007): S. 302.

³⁵² Vgl. Sandler, T. (2004): S. 29.

³⁵³ Vgl. Endres, A./Martensen, J. (2007): S. 118.

³⁵⁴ Vgl. Lahno, B. (2002): S. 233.

³⁵⁵ In einer Sequenz von Entscheidungen beginnt die Trigger-Strategie mit Kooperationsverhalten, das in vollständige Defektion umschlägt, sobald der Mitspieler einmal defektiert.

³⁵⁶ Vgl. Lahno, B. (2002): S. 233.

neuverhandlungsstabil.³⁵⁷ D. h., mit ihrer Anwendung kann das Kooperationsgleichgewicht nur sichergestellt werden, wenn im Laufe der Zeit die gegenseitige Kooperation nicht neu verhandelt wird, es also nur einmalig, und zwar zu Beginn der Interaktion, zu einer Verabredung kooperativen Handelns kommt. Aber was sollte die Spieler davon abhalten, etwa nach einem Vertragsbruch durch A, erneut Verhandlungen über kooperatives Verhalten in der dann folgenden Zukunft aufzunehmen? In realistischen Entscheidungssituationen dürften die Aussichten auf weitere Kooperationsgewinne verlockend genug sein, um sich erneut an den Verhandlungstisch setzen zu wollen.³⁵⁸ Weil der Abbruch der Kooperation auch für Spieler B den Verlust des Kooperationsgewinns bedeutet, ist seine Ankündigung, die Trigger-Strategie anzuwenden, nicht glaubwürdig, wenn die Spieler wiederholt miteinander in Kontakt treten.

Neben der Trigger-Strategie gibt es allerdings, wenn sich die Spieler in jeder Spielrunde erneut zwischen den Handlungsalternativen entscheiden können, viele weitere Strategien, mit denen versucht werden kann, den individuellen Payoff einer wiederkehrenden Interaktion zu maximieren.³⁵⁹ In einem von Axelrod im Jahr 1984 durchgeführten virtuellen Experiment wurden verschiedene Strategien in unbestimmt wiederholten Gefangenendilemma-Situationen einander gegenübergestellt.³⁶⁰ Ziel des Experiments war es, festzustellen, mit welcher Strategie sich im Durchschnitt die höchsten Payoffs erzielen lassen. Als Sieger dieses virtuellen Turniers ging die Anwendung der sog. „Tit for tat“-Strategie hervor.³⁶¹ Auch wenn ihre strikte allseitige Anwendung mit Beginn der ersten Spielrunde direkt in das Gleichgewicht allseitiger Kooperation mit den höchst möglichen aggregierten Payoffs führt und damit zu einem kollektiven Optimum, macht dies die Wahl von Tit for tat nicht zur dominanten Strategie. Auf Grundlage rationalen Verhaltens sind mehrere Strategiekombinationen erreichbar. Rational wählbar ist nämlich jede Spielstrategie, die einen größeren Payoff ermöglicht, als das in der ersten Runde realisierbare Nash-Gleichgewicht beiderseitiger Defektion den Spielern im einmalig gespielten Gefangenendilemma bietet. Die Bedingung, dass der Barwert zukünftiger Kooperation im Entscheidungszeitpunkt größer sein muss, als der Payoff einseitiger Defektion stellt somit zwar eine notwendige Bedingung für die Wahl der Tit for tat-Strategie dar, aber keine hinreichende. Hinreichend wäre die Bedingung erst, wenn zu keinem anderen Zeitpunkt mit keiner anderen Strategie ein höherer Payoff erzielbar wäre.³⁶² Allerdings erfüllen, wie im Folgenden gezeigt wird, auch andere Strategien als Tit for tat diese Bedingung.

³⁵⁷ Vgl. Endres, A./Martensen, J. (2007): S. 120.

³⁵⁸ Vgl. Lahno, B. (2002): S. 237.

³⁵⁹ Vgl. Lahno, B. (2002): S. 234.

³⁶⁰ Vgl. Axelrod, R. (1984).

³⁶¹ Vgl. Axelrod, R. (1984): S. 31. Die Tit for tat-Strategie beginnt in der ersten Runde mit einem kooperativen Zug und imitiert in den darauffolgenden Runden das Verhalten des Gegenspielers in der jeweils vorhergehenden Runde.

³⁶² Vgl. Endres, A./Martensen, J. (2007): S. 119.

In einer unendlich oft gespielten Version des wiederholten Gefangenendilemmas ohne Payoff-Diskontierung, dem sog. „Gefangenendilemmasuperspiel“, stehen den Spielern unendlich viele Strategien, verstanden als bestimmte Abfolgen von Kooperations- und Defektionsentscheidungen, zur Verfügung.³⁶³ Ziel der Spieler ist eine Payoff-Maximierung über den gesamten Spielverlauf. Das sog. „Folk-Theorem“ zeigt hierfür, dass ebenso viele stabile, gleichgewichtige Strategiekombinationen existieren, wie Strategien möglich sind.³⁶⁴ Und da es im Superspiel unendlich viele Strategien gibt, existieren unendlich viele teilspielperfekte Gleichgewichte, deren Payoffs zugleich Pareto-superior gegenüber einer Situation beiderseitiger Defektion in der ersten Runde sind.

In modifizierter Form gilt das Folk-Theorem auch in endlichen Kooperationsbeziehungen mit unbekanntem Ende, in denen zukünftige Payoffs diskontiert werden. Jede Strategiefolge aus Defektions- und Kooperationssequenzen, deren Barwert größer ist als der einmalige Defektions-Payoff, ist aus individueller Sicht rational wählbar. Und jede Strategiefolge, die zu einem solchen Payoff für einen der beiden Spieler führt, kann bei genügend geringer Diskontrate Ziel einer dazu optimal passenden, teilspielperfekten Gegenstrategie des anderen Spielers sein.³⁶⁵ Die Anzahl solcher Gleichgewichte ist unter diesen Bedingungen nicht unendlich, sondern ist mit sinkender Diskontrate positiv korreliert, da jede Zunahme der in den Payoffs berücksichtigten, zukünftigen Rundenanzahl den Strategieraum erweitert. Bei hinreichend geringer Diskontrate stellt sich also im wiederholten Gefangenendilemmaspiel das Problem multipler Kooperationsgleichgewichte ein.³⁶⁶ Nicht mehr der Zustand allseitiger Defektion in der ersten Runde stellt das Problem der Spieler dar, sondern die Auswahl einer der vielen möglichen stabilen, teilspielperfekten Strategiekombinationen, die eine Pareto-Verbesserung dieser Situation gegenüber erlauben. Die möglichen Gleichgewichte unterscheiden sich dabei im Grad der Aufteilung des Kooperationsgewinns.³⁶⁷ Die Kooperation als solche scheint nahezu immer möglich. Die allseitige Kooperation, mit der die Erzielung des höchstmöglichen kollektiven Payoffs erzielbar ist, stellt hierunter aber nur ein mögliches Gleichgewicht unter vielen dar, dessen Erreichung auf Basis rationaler Erwägungen auch im wiederholten Gefangenendilemma nicht sichergestellt werden kann.³⁶⁸ Eine dominante Strategie existiert unter diesen Bedingungen nicht.

Wie die Spieler im skizzierten Gefangenendilemmasuperspiel mit unbekannter Endrunde, stehen die Mitgliedsstaaten eines Klimaabkommens vor der Entscheidung, ob sie auf nationaler Ebene die Umsetzung der vereinbarten Handlungsrestriktionen zum Klimaschutz vornehmen

³⁶³ Vgl. Lahno, B. (2002): S. 238.

³⁶⁴ Vgl. Fudenberg, D./Maskin, E. (1986): S. 538.

³⁶⁵ Vgl. Fudenberg, D./Maskin, E. (1986): S. 541.

³⁶⁶ Vgl. Lahno, B. (2002): S. 236.

³⁶⁷ Vgl. Lahno, B. (2002): S. 236.

³⁶⁸ Vgl. Lahno, B. (2002): S. 238.

sollen. Da sich die Erbringung eines eigenen Beitrags nur dann in jedem Fall lohnt, wenn andere ebenfalls beitragen, sind die im Rahmen des Abkommens formulierten gegenseitigen Handlungszusagen nicht glaubwürdig, da ihre Umsetzungen nicht uneingeschränkt individuell vorteilhaft sind. Solange die Einnahme einer Trittbrettfahrerposition aus Sicht eines Staates attraktiver ist als zu kooperieren, stellt die Einhaltung des Abkommens keine dominante Strategie dar. Damit es allseitig und gemeinschaftlich zur Umsetzung der vereinbarten internationalen Klimapolitik kommt, ist das grundsätzliche Problem fehlender Glaubwürdigkeit kooperativer Verhaltenszusagen zu lösen. Dazu müssten institutionelle Arrangements verabredet werden, die geeignet wären, die durch das Gefangenendilemma beschriebene Anreizstruktur aufzulösen. Als entsprechend geeignet gelten einerseits die externe Setzung von positiven Anreizen und andererseits die Verwendung von Zwangsmechanismen zur Regelüberwachung und -einhaltung.³⁶⁹ Beide Alternativen werden üblicherweise diskutiert, wenn es darum geht, Kollektivgutprobleme auf nationaler Ebene zu lösen. Fraglich ist, ob es auch auf internationaler Ebene eine ähnliche Lösungsmöglichkeit für länderübergreifende Kollektivgutprobleme gibt. Denn solange keine übergeordnete Autorität existiert, müssen die handelnden Staatsvertreter selbst positive Anreize ausloben und Sanktionen formulieren, sich gegenseitig überwachen und für Fehlverhalten bestrafen.³⁷⁰

Anhand der Vereinbarung von Sanktionen wird die damit einhergehende Problematik im Folgenden erörtert. Hierbei lassen sich Sanktionsversprechen von Sanktionsandrohungen unterscheiden.³⁷¹ Bei ersterem vereinbaren die Staaten im Rahmen der Formulierung des Abkommens, dass derjenige, der eine übernommene Verpflichtung zur Reduktion von Treibhausgasen nicht erfüllt, eine Strafzahlung zu leisten hat, etwa an alle übrigen Teilnehmer des Abkommens.³⁷² Wird ein solcher Vertrag von einem Staat ratifiziert, werden nicht nur Reduktionsverpflichtungen übernommen, sondern es wird zugleich den anderen Staaten das Versprechen gegeben, dass die vereinbarte Strafzahlung geleistet wird, sollte man die eingegangenen Verpflichtungen nicht einhalten.³⁷³ Die kooperationssteigernde Wirkung soll sich hier aus der Zusicherung der Leistung der entsprechenden Strafzahlung ergeben. Eine solche Zusicherung ist aber, wenn die Kompensationszahlung mindestens den Kosten der Vertragseinhaltung entspricht, identisch mit der Zusage, das Abkommen einhalten zu wollen. Beide Versprechen, jenes der Durchführung von Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen und das der Leistung der Strafzahlung, sind mit demselben Glaubwürdigkeitsproblem behaftet; bloße Sanktions-

³⁶⁹ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 8 oder *Heckathorn, D. D. (1989)*: S. 81.

³⁷⁰ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 44.

³⁷¹ Vgl. für eine solche Unterscheidung *Lahno, B. (1995)*: S. 66 und für eine zusammenfassende Betrachtung jener damit zusammenhängenden Commitment-Probleme *Schelling, T. C. (2006)*: S. 1 ff.

³⁷² Vgl. *Lahno, B. (1995)*: S. 62 ff.

³⁷³ Insofern handelt es sich um ein strategisches Versprechen, mit dem versucht wird, das Verhalten anderer zu beeinflussen, vgl. hierzu *Lahno, B. (1995)*: S. 69.

versprechen stellen daher keine Lösung des grundlegenden Glaubwürdigkeitsproblems dar.³⁷⁴ Die zweite Möglichkeit, nämlich die Sanktionsandrohung, kann zum Einsatz kommen, wenn innerhalb des Abkommens vereinbart wird, dass den sich kooperativ verhaltenden Staaten ein Recht zur Bestrafung eines Defektors zugesprochen wird. Sobald ein Teilnehmer des Abkommens seinen Verpflichtungen nicht nachkäme, könnte ein anderer Mitgliedsstaat von dem Recht zur Sanktionierung Gebrauch machen. Eine kooperationssteigernde Wirkung könnte hier bereits von der Androhung der entsprechend vereinbarten Sanktionen ausgehen.³⁷⁵ Jedoch ist diese Sanktionsandrohung ihrerseits mit einem Glaubwürdigkeitsproblem behaftet, wenn die Durchführung der Sanktion für den Bestrafenden mit Kosten verbunden ist, die den individuellen Nutzen der Bestrafungsaktion übersteigen.

Ein gutes Beispiel für eine in diesem Sinne unwirksame Handlungsankündigung bietet die unilaterale Androhung einer Sanktionierung von Verstößen gegen die 1946 beschlossene Internationale Konvention zur Regulierung des Walfangs (*ICRW*) durch die USA im Jahr 1971.³⁷⁶ Im Rahmen eines nationalen Gesetzes zum Schutz nordamerikanischer Fischereibetriebe, dem *Fishermen's Protective Act* von 1967, wurde dem Präsidenten der USA im Jahr 1971 mit dem sog. *Pelly Amendment* das Recht eingeräumt, Staaten, die gegen internationale Regeln zur Durchsetzung nachhaltiger Fischerei verstoßen, mit einem vollständigen Importverbot für Fischereiprodukte zu sanktionieren. Tatsächlich machte der Präsident von diesem Recht aber keinen Gebrauch als 1974 klar wurde, dass die UdSSR und Japan wiederholt die ausgehandelten Walfangquoten missachteten. Offensichtlich war die im *Pelly Amendment* enthaltene unilaterale Sanktionsandrohung durch die USA nicht geeignet, das Verhalten anderer Fischfangnationen zu beeinflussen. Für diese Nationen war der US-Markt entweder zu wenig attraktiv, oder es war für sie abzusehen, dass die Kosten der Sanktionierung aus Sicht der US-Administration unverhältnismäßig hoch gewesen wären. Für den zweiten der möglichen Erklärungsansätze spricht die Begründung der Nicht-Sanktionierung durch den damaligen US-Präsidenten Ford, der zugab, dass er von der Verhängung eines Embargos abgesehen hatte, weil es aus seiner Sicht amerikanische Interessen beeinträchtigt hätte.³⁷⁷ Die im *Fishermen's Protective Act* von 1967 enthaltene Drohung war offenbar nicht glaubwürdig. Daher konnten keine verhaltenswirksamen Effekte bei den Staaten ausgelöst werden, die gegen internationale Fisch- und Walfangquoten verstießen; es reicht nicht aus, bloß zu erklären, man sei an eine bestimmte Verhaltensweise gebunden. Der Ankündigende muss tatsächlich gebunden sein. D. h., es darf für ihn nicht vorhersehbar rational sein, sich entgegen seiner Verhaltensankündigung zu verhalten.³⁷⁸ Solange aber die Kosten der

³⁷⁴ Vgl. Barrett, S. (2005): S. 66. Möglicherweise könnte die Hinterlegung eines Pfandes, z. B. bei der Weltbank, eine Änderung der Situation bewirken.

³⁷⁵ Vgl. Barrett, S. (2005): S. 67.

³⁷⁶ Vgl. Barrett, S. (2005): S. 69.

³⁷⁷ Vgl. Ellis, R. (1991): S. 440.

³⁷⁸ Vgl. Schelling, T. C. (2006): S. 18.

Sanktionierung für den Bestrafenden höher sind als der bei ihm anfallende Nutzen der Bestrafungsaktion, ist die tatsächliche Auferlegung einer Sanktion aus Sicht des Bestrafenden nicht individuell vorteilhaft. Vor diesem Hintergrund ist er nicht wirklich an die Sanktionsandrohung gebunden und die Durchführung der Sanktion ist von einem Dilemma zweiter Ordnung bedroht.³⁷⁹ Ist das der Fall, ist es für den potenziellen Defektor vorhersehbar rational, dass die Bestrafungsaktion nicht durchgeführt werden wird. Die Sanktionsandrohung kann unter dieser Bedingung keine kooperationssteigernde Wirkung entfalten, weil sie unglaublich ist.³⁸⁰

Unter den Bedingungen des Gefangenendilemmasuperspiels mit unbekannter Endrunde lässt sich das Glaubwürdigkeitsproblem angekündigter Klimaschutzmaßnahmen weder durch Zusagen, sich an ein vereinbartes Abkommen halten zu wollen, noch durch die Vereinbarung möglicher Sanktionen lösen.³⁸¹ Solange keine mit Sanktionskompetenz ausgestattete supranationale Instanz existiert, die eine zugesagte Beitragsleistung zum Klimaschutz unter glaubhafter Strafandrohung einfordern kann, gelingt die Auflösung des Gefangenendilemmas nicht. Das Compliance-Problem ist unter diesen Bedingungen persistent.

3.1.3.3 Status quo internationaler Klimaschutzpolitik

Auf Basis der vorgestellten spieltheoretischen Analyse kann die Aussage getroffen werden, dass es auf internationaler Ebene nicht zur Vereinbarung eines wirksamen, international umfassenden Abkommens zum Schutz des Klimas kommen wird. Dass die Umsetzung eines solchen Abkommens in der Realität mit großen Herausforderungen verbunden ist, zeigt der Status quo der internationalen Klimaschutzpolitik. Auf internationaler Ebene konnte man sich bislang lediglich auf das klimapolitische Ziel einigen, den Temperaturanstieg auf unter 2 °C begrenzen zu wollen.³⁸² Die Fragen, mit welchem Emissionsbudget das formulierte 2 °C-Ziel der *Klimarahmenkonvention* erreicht werden und welcher Unsicherheitsgrad dabei als akzeptabel gelten sollen, sind bislang allerdings nicht beantwortet. Auf Ebene der internationalen Staatengemeinschaft ist weder eine konkrete Menge global zu reduzierender Treibhausgasemissionen bestimmt, noch sind verbindliche nationale Reduktionsverpflichtungen vereinbart worden.³⁸³ Für die dazu erforderlichen Verhandlungen auf internationaler Ebene konnte bislang lediglich ein zeitlicher Rahmen abgesteckt werden. Auf der 18. Vertragsstaatenkonferenz in *Doha* im Jahr 2012 wurden erstens der Wille bekräftigt, in 2015 mit den Verhandlungen über konkrete Emissionsziele zu beginnen und zweitens die Entscheidung getroffen, dass ein universales Klimaschutzabkommen

³⁷⁹ Das bedeutet, die Sanktionierung stellt ihrerseits ein Kollektivgut dar. Vgl. Heckathorn, D. D. (1989): S. 80.

³⁸⁰ Vgl. Barrett, S. (2005): S. 67.

³⁸¹ Vgl. Schelling, T. (2006): S. 2. Siehe hierzu grundlegend auch Guyer, M./Rapoport, A. (1970).

³⁸² Vgl. Kap. 2.2.4.

³⁸³ Für eine Analyse der sog. *Kopenhagen-Vereinbarung* siehe u. a. Dröge, S. (2010).

im Jahr 2020 in Kraft treten soll.³⁸⁴ D. h., auf internationaler Ebene steht derzeit die Einigung auf ein universales Klimaschutzabkommen aus, und die Aussage, die auf Basis der theoretischen Überlegungen abgeleitet wurde, dass dies auch nicht zu erwarten ist, findet ihre Bestätigung im Status quo der internationalen Klimaschutzpolitik. Allerdings kommt es entgegen der Aussage der theoretischen Analyse, dass keinerlei Beiträge zur Bereitstellung des Gutes Klimaschutz geleistet werden, in vielen Ländern zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen.³⁸⁵ Hierbei scheint es so, als würden die entsprechenden Staaten einer Aufforderung nachkommen, die an die Teilnehmer der Klimakonferenz in *Kopenhagen* des Jahres 2009 gerichtet war. Hierin wurde dazu aufgerufen, auf nationaler Ebene anvisierte Klimaschutzziele in eine vom Klimasekretariat der *Vereinten Nationen* geführten Liste einzutragen und trotz des Fehlens einer internationalen Vereinbarung auf nationaler Ebene freiwillig Beiträge zum Klimaschutz zu leisten.³⁸⁶ In der entsprechenden Liste finden sich bspw. *Deutschland* und die übrigen Staaten der *Europäischen Union* mit ihren relativ ambitionierten Reduktionszielen für die Emission von Treibhausgasen aber auch Länder wie die *USA* oder *Russland*, die darin ihre weniger anspruchsvollen nationalen Emissionsziele veröffentlichen, die sie jeweils unter spezifischen Bedingungen erreichen wollen.³⁸⁷ Trotz eines fehlenden globalen Ansatzes wird demnach Klimapolitik auf Ebene von Nationalstaaten praktiziert. Fehlt eine internationale Kooperation, und wird Klimapolitik nur auf nationalstaatlicher Ebene ohne internationale Einbindung durchgeführt, handelt es sich um unilaterale klimapolitische Ansätze.³⁸⁸ Deren Nachteil liegt darin, dass sie international unkoordiniert durchgeführt werden. Die Erreichung des klimapolitischen Ziels, der Aufrechterhaltung der herrschenden klimatischen Bedingungen, ist ohne abgestimmtes internationales Vorgehen allenfalls zufällig möglich. Szenarioanalysen der *Internationalen Energieagentur* und des Umweltprogramms der *Vereinten Nationen* bestätigen dies. Sie zeigen, dass die Summe der geplanten und der bereits in Umsetzung befindlichen nationalen Klimaschutzmaßnahmen nicht ausreicht, um das 2 °C-Ziel der *Klimarahmenkonvention* zu erreichen.³⁸⁹ Die Verwirklichung des Klimaschutzziels wird aber zumindest aus einer technisch-naturwissenschaftlichen Sicht noch für möglich gehalten.³⁹⁰ Allerdings sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass es dazu kommt, mit jedem weiteren Jahr, in dem nicht zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen implementiert werden, da für die ver-

³⁸⁴ Vgl. *IEA (2013a)*: S. 14.

³⁸⁵ Eine aktuelle Übersicht über Staaten, die jeweils nationale Klimaschutzziele verfolgen, findet sich in *UNEP (2012)*: S. 15 ff.

³⁸⁶ Vgl. *UNFCCC (2009)*: S. 2.

³⁸⁷ Für eine aktuelle Auflistung der Staaten, die ihre Klimaschutzziele und die Bedingungen, unter denen sie erreicht werden sollen, veröffentlicht haben, siehe *UNFCCC (2013b)*: S. 6 ff.

³⁸⁸ Vgl. *Böhringer, C. (2010)*: S. 57. Unilaterale Klimapolitik zeichnet sich dadurch aus, dass anstelle eines internationalen Vertrages mit vielen Vertragspartnern einseitig Klimaschutzziele ausgesprochen, und dass bilaterale Vereinbarungen mit einzelnen Staaten angestrebt werden. Vgl. *Rogall, H. (2008)*: S. 312.

³⁸⁹ Vgl. *IEA (2013a)*: S. 33 f. und *UNEP (2012)*: S. 24 f.

³⁹⁰ Vgl. *UNEP (2012)*: S. 4.

bliebenen Mengen zu reduzierender Treibhausgasemissionen ein immer kleiner werdender Zeitraum zur Verfügung steht.³⁹¹ Denn auch wenn die Möglichkeit besteht, dass die Grenzvermeidungskosten in Zukunft unterhalb der heutigen liegen, müssten insgesamt größere Mengen Treibhausgase innerhalb eines kürzeren Zeithorizontes vermieden werden, um ein bestimmtes Emissionsziel zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft erreichen zu können.³⁹² Eine Umgestaltung des zur Zeit auf fossilen Brennstoffen basierenden Systems der Energieerzeugung stellt aber insgesamt eine Aufgabe dar, die aufgrund vieler Restriktionen, Abstimmungsprozesse, Marktfriktionen oder Pfadabhängigkeiten nicht ad hoc funktioniert.³⁹³ Dass es zu späterer Zeit tatsächlich zu solch erheblichen Reduktionsmaßnahmen kommt, wie sie zur Erreichung des anvisierten Klimaziels notwendig wären, ist angesichts der angesprochenen Friktionen und der erforderlichen erheblichen Investitionsmittel reine Spekulation. Entgegen einer Politikempfehlung, alle Hoffnung auf technischen Fortschritt zu setzen und die Leistung von Beiträgen zum Klimaschutz auf unbestimmte Zeit in die Zukunft zu verschieben, empfiehlt sich aus dieser Perspektive eine zügige Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen.³⁹⁴ Werden im Rahmen langfristiger Investitionsentscheidungen, wie etwa bei heutigen Investitionen in langfristig nutzbare Wirtschaftsgüter, Immobilien und die Infrastruktur, aktuell verfügbare Techniken zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen nicht genutzt, kommt es nämlich zu lock-in-Effekten in Bezug auf die Verwendung emissionsintensiver Techniken, womit die Treibhausgasemissionen für einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten bestimmt werden.³⁹⁵

Es lässt sich zusammenfassend festhalten, dass entgegen der Aussage in der klassischen ökonomischen Analyse, dass Staaten keinerlei Beiträge zum Klimaschutz erbringen, in der Realität Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden. Diese Maßnahmen reichen allerdings nicht aus, um das Klimaschutzziel „Aufrechterhaltung der klimatischen Bedingungen, wie sie bislang im Holozän vorherrschen“, zu erreichen. Dafür sind die Reduktionsmengen auf Ebene der Nationalstaaten zu gering und die Anzahl der Staaten, in denen überhaupt Reduktionsmaßnahmen durchgeführt werden, zu klein. Das Gut Klimaschutz wird derzeit nicht bereitgestellt.

³⁹¹ Vgl. IEA (2013a): S. 17.

³⁹² Eine Verlagerung des Beginns substantieller Schritte zur Emissionsreduktion um rund 20 Jahre erfordert in späteren Zeiten eine 3 bis 9 Mal stärkere jährliche Vermeidungsanstrengungen, vgl. Kallbekken, S./Rive, N. (2006): S. 311.

³⁹³ Vgl. Kallbekken, S./Rive, N. (2006): S. 314.

³⁹⁴ Diese Argumentation widerspricht damit dem als „Climate Policy Ramp“ bezeichneten vorgebrachten Politikvorschlag, zunächst nur moderat mit der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen zu beginnen, um bei zukünftig erfolgtem technischem Fortschritt das Anstrengungsniveau zu erhöhen.

³⁹⁵ Vgl. UNEP (2012): S. 4.

3.2 Selbstorganisation: Eine Möglichkeit zur Regulierung der Allmende „Erdatmosphäre“?

Schreibt man die bislang umgesetzten Maßnahmen zur Erreichung der auf nationaler Ebene formulierten Klimaziele fort und vergleicht diese Reduktionsmengen mit denen eines zielkonformen Emissionspfades, so ergibt sich, dass das auf internationaler Ebene proklamierte 2 °C-Ziel auf Basis der herrschenden nationalen Klimapolitiken nicht erreicht werden kann.³⁹⁶ Gesellschaften und deren politische Vertreter stehen somit auf nationaler und internationaler Ebene weiterhin vor den erheblichen Herausforderungen, sich auf ein gemeinsames Vorgehen im Klimaschutz zu einigen und Mittel auszuwählen, mit deren Einsatz die Bereitstellung von Klimaschutz gelingen könnte. Bei der Suche nach Lösungswegen, heraus aus der sozialen Dilemmasituation, gilt es unter anderem die Frage zu beantworten, unter welchen Bedingungen erfolgversprechendes kooperatives Handeln im Klimaschutz überhaupt erwartet werden kann. In diesem Zusammenhang werden zunächst die Bedingungen untersucht, unter denen regionale Allmenden erfolgreich bewirtschaftet werden. Anschließend wird geprüft, ob diese Kenntnisse für den Fall der Regulierung der globalen Allmende „Treibhausgasdeponie Erdatmosphäre“ genutzt werden können.

3.2.1 Selbstorganisation als Mittel der langfristigen Aufrechterhaltung eines Allmende-Gutes

An anderer Stelle wurde bereits erläutert, dass es sich bei der Erdatmosphäre, in ihrer Nutzungsdimension als Senke für Treibhausgasemissionen, um ein Allmende-Gut handelt, das von allen Staaten bzw. deren Bewohnern genutzt wird.³⁹⁷ Weil auf internationaler Ebene keine supranationale Instanz existiert, welche die Regeln der Nutzung der Atmosphäre festlegen und durchsetzen könnte, obliegt es den Staaten, gemeinsam Regeln für die Nutzung der Erdatmosphäre zu etablieren. Solche Situationen, in denen Selbstorganisation zur Aufrechterhaltung einer Allmende erforderlich ist, gibt es viele.³⁹⁸ Und häufig lassen sich in solchen Situationen Ansätze gemeinschaftlicher Selbstorganisation beobachten, mit denen das erfolgreiche Management knapper Umweltressourcen gelingt.³⁹⁹ D. h., es werden häufig freiwillig Beiträge zur Aufrechterhaltung von Allmende-Ressourcen erbracht, und es wird auf Ebene der Nutzer sowohl überwacht als auch sanktioniert.⁴⁰⁰ In Situationen, in denen eine übergeordnete staatliche

³⁹⁶ Vgl. Kap. 3.1.3.3.

³⁹⁷ Vgl. hierzu Kap. 2.1.2.

³⁹⁸ Dies zeigt *Ostrom, E. (1990)* mittels Fallstudien umfassend.

³⁹⁹ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 58 ff. Vgl. für eine Darstellung verschiedener, erfolgreich gemanagter Allmende-Ressourcen auch *Ostrom, E. et al. (1999)*: S. 280.

⁴⁰⁰ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 56.

Durchsetzungsmacht abwesend ist, kommt es regelmäßig also nicht dazu, dass die in der theoretischen Analyse von Allmende-Ressourcen prognostizierte vollständige Aufzehrung der Renten auftritt.⁴⁰¹ Aus empirischer Sicht ist die „Tragik der Allmende“ somit nicht unausweichlich. Ohne Kenntnisse über die speziellen Handlungsbedingungen, die realen Allmende-Situationen zugrundeliegen, lässt sich die Intensität, mit der eine Allmende genutzt wird, daher nicht zutreffend prognostizieren.⁴⁰² Ob eine Allmende erfolgreich bewirtschaftet wird, hängt von den realen institutionellen Regelungen ab, unter denen Allmende-Nutzungen erfolgen. Welche dieser institutionellen Regelungen, zu denen auch Normen und andere menschliche Verhaltensmuster zählen, ursächlich dafür sind, dass sich effiziente und zeitlich stabile Formen der Selbstorganisation etablieren, ist Gegenstand der empirischen Untersuchungen *Ostroms*.⁴⁰³ Hiernach sind private, freiwillige Beiträge zur Aufrechterhaltung einer Allmende-Ressource mit folgenden Bedingungen positiv korreliert:

- Der überwiegende Teil einer Gruppe von Nutzern eines Allmende-Gutes ist der gemeinsamen Auffassung, dass ein Status quo nicht kooperativen Verhaltens aufgegeben werden muss, um die mit dem Verhalten verbundenen Schädigungen abzuwenden.
- Von den entsprechenden negativen Folgewirkungen einer Übernutzung der Allmende sind die Mitglieder der Gruppe in ähnlicher Weise betroffen. D. h., sie profitieren gleichermaßen von der Einführung nachhaltiger Regeln der Ressourcennutzung.
- Die Mitglieder der Gruppe haben ein Interesse daran, langfristig Nutzen aus der Ressource zu ziehen bzw. dies ihren Nachkommen zu ermöglichen. D. h., sie legen bei Entscheidungen, welche die Intensität betreffen, mit der die Allmende genutzt werden soll, eine geringe Diskontrate zugrunde.
- Die Nutzer der Allmende sehen sich geringen Transaktionskosten der Informationsbeschaffung, institutioneller Umgestaltung und Regeldurchsetzung gegenüber. D. h., die Überprüfung der Einhaltung vereinbarter Regeln ist nicht kostenintensiv.
- Die Mitglieder der Gruppe sind weitgehend homogen in Bezug auf akzeptierte Wert- und Moralvorstellungen. D. h., Entscheidungen einzelner beruhen auf einem Wertesystem, dass auch von anderen Nutzern der Allmende geteilt wird.
- Die Gruppe der Ressourcennutzer ist relativ klein und über die Zeit stabil. D. h., die Nutzer sind sich nicht unbekannt und können damit rechnen, auch in Zukunft wiederholt miteinander in Kontakt zu treten.⁴⁰⁴

Ob es möglich ist, eine Allmende-Ressource langfristig stabil zu nutzen, so das Fazit der empirischen Analysen *Ostroms*, hängt von der spezifischen Art der zugrundeliegenden Allmende ab,

⁴⁰¹ Für die theoretische Analyse vgl. Kap. 2.1.2.

⁴⁰² Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 22.

⁴⁰³ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 29.

⁴⁰⁴ Die Auflistung folgt derjenigen von *Ostrom, E. (1990)*: S. 211.

und davon, ob es gelingt, eine dazu passende institutionelle Regelung zu finden und umzusetzen. Ein pauschaler Lösungsansatz für die erfolgreiche, gemeinschaftliche Selbstorganisation von Allmende-Ressourcen existiert nicht.⁴⁰⁵

Ein wichtiges, hervorzuhebendes gemeinsames Merkmal der untersuchten Gruppen, denen die Aufrechterhaltung der Allmende auf Dauer gelingt, ist, dass sich im Laufe der Zeit der gemeinschaftlichen Nutzung der Allmende vielfältige Normen entwickelt haben, auf deren Grundlage sich gegenseitiges Vertrauen, glaubhafte Versprechen und damit verlässliche Verhaltenserwartungen ausbilden konnten.⁴⁰⁶ Denn auch dann, wenn sich die Mitglieder einer Gruppe auf kodifizierte Regeln zur erfolgversprechenden langfristigen Aufrechterhaltung einer Allmende geeinigt haben, gibt es weiterhin Situationen, in denen der Anreiz zu defektieren, verhaltenswirksam werden kann. Dies dürfte insbesondere dann der Fall sein, wenn die Allmende unbeobachtet von anderen genutzt werden kann. Dann nämlich ist die Wahrscheinlichkeit, bei nicht regelkonformem Verhalten entdeckt zu werden, gering, und es lässt sich mittels Defektion kurzfristig ein Gewinn erzielen. Erliegen die Gruppenmitglieder in solchen Situationen regelmäßig dem Defektionsanreiz, ist die langfristige Aufrechterhaltung der Allmende-Nutzung in Gefahr. Es könnte sich dann die Einführung von entsprechenden Kontrollmechanismen anbieten, um die Anzahl unbeobachteter Nutzungssituationen zu reduzieren. Dies wäre allerdings mit der Entstehung von entsprechenden Kontrollkosten verbunden.

In diesem Zusammenhang spielen Verhaltensnormen eine bedeutende Rolle. Denn Verhaltensnormen haben erheblichen Einfluss auf die Wahrnehmung und die Bewertung der zur Verfügung stehenden Handlungsoptionen. So führt eine moralische Ächtung von Handlungen beobachtbar dazu, dass ebensolche Handlungen weniger häufig durchgeführt werden, als wenn sie nicht verpönt wären.⁴⁰⁷ Kein Grad der gesellschaftlichen Unerwünschtheit führt aber dazu, dass sich Mitglieder eines Kollektivs vollkommen regelkonform verhalten. Soziale Kosten aber, denen man sich aussetzt, wenn nicht erwünschte Verhaltensweisen öffentlich bekannt werden, können ebenso wie materielle Kosten den Nutzengewinnen, die eine bestimmte Handlungsoption bietet, gegenübergestellt werden. Insofern eine gesellschaftlich unerwünschte Handlung nach einer solchen Kosten-Nutzen-Abwägung weiterhin gewinnversprechend bleibt, würde ein auf den Eigennutz bedachter Mensch diese Handlungsoption wählen.⁴⁰⁸ Die Etablierung Kosten verursachender Überwachungs-, Kontroll- und Sanktionsmechanismen erübrigt sich demnach auch dann nicht, wenn allseits akzeptierte Normen vorherrschen. Gemeinsam geteilte Normen und Überzeugungen machen aber die Wahl bestimmter Handlungsalternativen durch die Mitglieder eines Kollektivs weniger wahrscheinlich und tragen dazu bei, die materiellen Transaktionskos-

⁴⁰⁵ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 14.

⁴⁰⁶ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 36 und 206.

⁴⁰⁷ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 35.

⁴⁰⁸ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 36.

ten des Monitorings und der Regeldurchsetzung zu senken. Verhaltensnormen stellen soziales Kapital dar, das sich instrumentell zur langfristig ausgerichteten Nutzung von Allmende-Ressourcen nutzen lässt.⁴⁰⁹

Aufgrund der intensiven, individuellen und gemeinsamen Abhängigkeiten von der gemeinschaftlich genutzten Ressource und häufiger Interaktionen zwischen den Gruppenmitgliedern auf Basis geteilter Normen ist es möglich, dass sich ein langfristig orientiertes Eigennutzverhalten durchsetzt. Insbesondere erleichtern Normen die Umsetzung bedingt kooperativer Strategien, die Einzelnen ein regeltreues Verhalten vorschreiben, solange alle anderen sich ebenfalls regelkonform verhalten. Solche Strategien üben einen starken Einfluss auf die Übernahme individueller Kosten zur Überwachung der Regelkonformität anderer Mitglieder des Kollektivs aus.⁴¹⁰ Verpflichtungen der Mitglieder des Kollektivs auf die Regeleinhaltung sind dann glaubwürdig, weil eine Überwachung der Regeleinhaltung stattfindet und jeder weiß, dass regelwidriges Verhalten entdeckt und sanktioniert wird.⁴¹¹

Notwendig für die in Feldstudien beobachteten höheren Kooperationsraten im Umgang mit realen Almenden, als auf Basis der Rationalverhaltenstheorie vorhergesagt wird, ist das in andere Individuen gesetzte Vertrauen auf die Einhaltung gegebener Handlungszusagen. Dieses Vertrauen gründet sich zum einen auf erworbene Reputationen glaubwürdigen Verhaltens und zum anderen auf etablierte Handlungsnormen reziproken Verhaltens.⁴¹² Sowohl der Verlust erworbener Reputation als auch die Kosten, die von Sanktionen ausgehen, halten die Mitglieder der Gruppe davon ab, sich unkooperativ zu verhalten. Dazu müssen Menschen

- 1.) in der Lage sein, zu erkennen, welche Personen von der entsprechenden Allmende potenziell profitieren,
- 2.) abschätzen können, ob diese Personen bereit sind, ein bedingt kooperatives Arrangement einzugehen,
- 3.) mit diesen Personen dann auch tatsächlich kooperieren, sobald sie glaubwürdig erscheinen,
- 4.) denen die eigene Kooperationsbereitschaft versagen, die sich nicht kooperativ verhalten und
- 5.) diejenigen Personen sanktionieren, die das in sie gesetzte Vertrauen mit der Nichteinhaltung der kooperativen Verhaltenszusage missbrauchen.⁴¹³

⁴⁰⁹ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 36.

⁴¹⁰ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 200.

⁴¹¹ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 186 f.

⁴¹² Vgl. *Ostrom, E. (1998)*: S. 12. Reziprozität in diesem Sinne bedeutet, die Tit for tat-Strategie anzuwenden.

⁴¹³ Vgl. *Ostrom, E. (1998)*: S. 10.

Wie hier aufgelistet, hat *Ostrom* eine Reihe von Bedingungen identifiziert, deren Vorliegen ein nachhaltiges Allmende-Management mit hoher Wahrscheinlichkeit positiv beeinflusst. Und es wird deutlich, welche bedeutende Rolle die Reputation vertrauenswürdigen Verhaltens dabei spielt. Es lässt sich konstatieren, dass Menschen auf regionaler Ebene in der Lage sind, solche Bedingungen herzustellen, und dass es ihnen infolgedessen gelingen kann, Allmenden erfolgreich zu bewirtschaften.⁴¹⁴ Aber auch wenn die langfristig erfolgreiche Selbstregulierung regionaler Allmenden möglich ist, lassen sich die Kenntnisse ihres erfolgreichen Managements nicht ohne weiteres als Blaupause auf die erfolgreiche Regulierung transnationaler und im Extremfall globaler Allmenden übertragen.⁴¹⁵ Denn einige der erforderlichen Bedingungen sind für den Fall globaler Selbstorganisation nicht erfüllt.

3.2.2 Selbstorganisation auf Ebene unabhängiger Nationalstaaten

Im Rahmen der Diskussion um die fehlende Glaubwürdigkeit zugesagter Klimaschutzbeiträge in einem internationalen Abkommen wurde bereits festgestellt, dass es für einen Staat nicht vorhersehbar rational sein darf, von seiner Handlungszusage wieder abzurücken, sobald die Umsetzung der damit verbundenen Maßnahmen ansteht.⁴¹⁶ Daher liegt die Herausforderung darin, das Abkommen so zu gestalten, dass die Einhaltung der Regeln des Abkommens selbstdurchsetzend ist.⁴¹⁷ D. h., die Befolgung der Regeln darf nicht nur kollektiv, sondern muss auch individuell vorteilhaft sein. Diese Selbstdurchsetzbarkeit könnte eine wichtige Eigenschaft eines erfolgreichen, langfristig stabilen internationalen Klimaschutzabkommens darstellen.⁴¹⁸ Statt eines unkontrollierten Wettlaufs um die Aneignung möglichst großer Teile einer für alle frei erzielbaren aber abnehmenden Gesamtrente, müsste das Abkommen die Verhaltensanreize also so setzen, dass ein kooperatives Verhalten aller Unterzeichnerstaaten zum dominanten Verhaltensmuster wird. Notwendig und hinreichend dafür könnte die Erfüllung folgender Bedingungen sein: Mit der Verabschiedung des Abkommen müsste eine nutzbare Rente entstehen; ein messbarer Überschuss gemeinsamer Kooperation, der über die Kosten, die von individuellen Klimaschutzbeiträgen ausgelöst werden, hinausgeht. Innerhalb des Abkommens müssten allseits akzeptierte Verteilungsregeln für diese Rente festgelegt werden. Es müsste zudem sichergestellt werden, dass potenzielle Nutznießer des Abkommens spürbare Wohlfahrtsverluste hinnehmen müssen, soll-

⁴¹⁴ Vgl. *Ostrom, E. (1990)*: S. 186 und S. 91.

⁴¹⁵ Vgl. *Seabright, P. (1993)*: S. 114.

⁴¹⁶ Vgl. Kap. 3.1.3.2.

⁴¹⁷ Zur Analyse und Notwendigkeit der Selbstdurchsetzbarkeit internationaler Abkommen siehe: *Barrett, S. (1994)*, *Runge, C. F. (1984)*, *Sandler, T. (1998)*, und *McGuire, M C./Olson, M. (1996)*.

⁴¹⁸ Vgl. *Barrett, S. (2005)*: S. 64. Auch wenn im Rahmen der hier vorgenommenen grundlegenden Überlegungen nicht explizit darauf eingegangen wird, stellt die Verknüpfung unterschiedlicher internationaler Abkommen ein probates Mittel der Umsetzung multilateral unterschiedlich ausgerichteter Wünsche an das Verhalten von Staaten auf internationaler Ebene dar. So bietet sich bspw. eine Verknüpfung mit Handelsabkommen an.

ten sie diesem nicht beitreten. D. h., der Nutzen des Abkommens müsste für die teilnehmenden Staaten größer sein als der für nicht beitretende.⁴¹⁹ Es müssten außerdem Anreize zur langfristigen Einhaltung der vereinbarten Regeln des Abkommens gesetzt werden. Schließlich müsste verhindert werden, dass die Ressource von Staaten, die nicht am Abkommen teilnehmen, genutzt wird.⁴²⁰ Für den Fall, dass sämtliche Bedingungen erfüllt werden, könnte es gelingen, das erwünschte Ziel der nachhaltigen Bewirtschaftung einer Allmende auch auf internationaler Ebene zu erreichen.⁴²¹ Fraglich ist, ob diese Bedingungen im Fall des Klimaschutzes erfüllt werden können. So stellt die globale Dimension der Allmende-Eigenschaften der Erdatmosphäre ein fundamentales Problem ihrer Regulierung dar. Kann das Ausschlussprinzip nicht in irgendeiner Form durchgesetzt werden, so ist es nicht möglich, die Nutzung der Atmosphäre durch Trittbrettfahrer zu verhindern.⁴²²

Insbesondere fehlen für eine Selbstregulierung auf internationaler Ebene die auf regionaler Ebene wirksamen Faktoren sozialer Kontrolle und Belohnung, die als sozialer Druck die gegebenen Anreize zugunsten kooperativer Verhaltensweisen verändern können. Dieser soziale Druck wird durch die „*verhaltensprägende Kraft gemeinsam geteilter Normen*“⁴²³ erzeugt. Solche moralischen Überzeugungen, Werte und Normen spielen eine bedeutende Rolle bei der Beurteilung von Eingriffen des Menschen in seine ihn umgebende Umwelt. Damit sich über sozialen Druck langfristig kooperative Verhaltensweisen durchsetzen, müssen soziale Normen von den Mitgliedern der Gruppe, welche die Allmende nutzen, geteilt und beachtet werden. Dies ist umso wahrscheinlicher, je länger und enger, insbesondere räumlich, die handelnden Personen miteinander in Beziehung stehen und sich gemeinsame Werte und Traditionen über die Zeit entwickelt haben.⁴²⁴ Gemeinsam geteilte Normen und Werte fördern den sozialen Zusammenhalt von Menschen und stellen eine Voraussetzung für die Bildung langfristig bestehender homogener Staaten dar. Die Existenz unterschiedlicher Staaten erklärt sich aber insbesondere dadurch, dass es verschiedene Wertesysteme gibt, deren jeweilige Zusammenstellungen von Normen von Menschen

⁴¹⁹ Dies könnte mit Technologietransfers oder ähnlichen positiven Anreizen gewährleistet werden.

⁴²⁰ Die Auflistung erfolgt nach derjenigen von Barrett, S. (2005): S. 33 ff. Die Staaten die einem Klimaschutzabkommen beitreten, erbringen Klimaschutzbeiträge unter Aufwendung von Vermeidungskosten. Dies unterscheidet sie von Staaten, die nicht beitreten.

⁴²¹ Als Musterbeispiel internationaler Kooperation, das diese Bedingungen erfüllte, gilt das im Jahr 1911 verabschiedete „*North Pacific Fur Seal Treaty*“, mit dem die kommerzielle Robbenjagd im Nordpazifik zwischen den USA, Japan, Russland und Kanada (bzw. Großbritannien) bis zum Beginn des 2. Weltkriegs geregelt wurde. Vgl. Barrett, S. (2005): S. 19 ff. Als erfolgreich gilt ebenso das 1987 verabschiedete *Montreal-Abkommen* zum Schutz der Ozonschicht. Vgl. Barrett, S. (2005): S. 221 ff.

⁴²² Bereits in Kap. 2.2.1.1 wurde diskutiert, wie problematisch die weltweite Durchsetzung von privaten Anspruchs- bzw. Verfügungsrechten an der Erdatmosphäre wäre, und dass dafür Informationen notwendig wären, die derzeit als nicht ermittelbar betrachtet werden müssen.

⁴²³ Krol, G.-J. (2001): S. 6.

⁴²⁴ Vgl. Ostrom, E. (1990): S. 206.

in unterschiedlichem Ausmaß akzeptiert werden.⁴²⁵ Insofern sich moralische Überzeugungen verschiedener Gruppen von Menschen stark voneinander unterscheiden, kann es für jede Gruppe vorteilhaft sein, in einem eigenen Staat zu leben, ohne die Normen der jeweils anderen in Gesetzestexten und sozialen Verhaltensweisen berücksichtigen zu müssen. So können allein die Vorstellungen darüber, welches Verhalten als umwelt- oder klimafreundlich einzustufen ist, weit auseinanderfallen. Unterschiedliche Ausstattungen mit natürlichen Ressourcen oder mit Einkommen beeinflussen dabei die Wertschätzung der Natur durch den Menschen.⁴²⁶ Ebenso hängt die Absorptionsfähigkeit von Ökosystemen für Schadstoffe und deren Regenerationsfähigkeiten von Umweltbedingungen wie Temperatur und vorherrschenden Windsystemen ab, die einen regional unterschiedlichen Einfluss auf diese ausüben.⁴²⁷ D. h., je nach Region können identische Schadstoffeinträge unterschiedliche Reaktionen der Umwelt hervorrufen. In einem Fall könnte ein menschlicher Eingriff erforderlich sein, in einem anderen hingegen unterbleiben. Zudem übt auch die Dringlichkeit verschiedener anderer Bedürfnisse, bei gegebener Knappheit von Ressourcen, Einfluss auf die Wertschätzung des Erhalts natürlicher Lebensbedingungen aus.

Keineswegs kann also geschlussfolgert werden, dass die umweltpolitischen Ziele, die in einem bestimmten Land verfolgt werden, ebenso im Interesse der Bewohner anderer Länder sind. Und solange ein Staat nicht über die Macht verfügt, andere Staaten zu dem von ihm gewünschten Verhalten zu zwingen, ist es ihm nicht möglich, seine umweltpolitischen oder moralischen Vorstellungen weltweit durchzusetzen. Bereits innerhalb von Gesellschaften existieren vielfältige Wertesysteme nebeneinander, die nur in dem übereinstimmen, was man vielleicht einen gemeinsam geteilten Grundkonsens nennen kann.⁴²⁸ Die Menge gemeinsam geteilter Normen und Werte dürfte dann zwischen verschiedenen Gesellschaften ohne einen gemeinsamen Grundkonsens noch erheblich kleiner sein. Möglicherweise stellen die mittlerweile in vielen Verfassungen kodifizierten Menschenrechte einen solchen Grundkonsens menschlichen Verhaltens auf globaler Ebene dar. Die täglich zu beobachtenden Verstöße lassen daran allerdings zweifeln.⁴²⁹

In der internationalen Klimaschutzpolitik tritt der Umstand fehlender gemeinsam geteilter Normen als Problem der Konkretisierung des in der *Klimarahmenkonvention* festgeschriebenen Prinzips „gemeinsamer aber unterschiedlicher Verantwortlichkeiten“⁴³⁰ zutage. Zur Lösung dieses Problems der Operationalisierung der Lastenverteilung werden im Rahmen der Diskussion um die zukünftige Ausgestaltung internationaler Klimapolitik vier unterschiedliche normative Ansätze diskutiert. Es handelt sich um einen „egalitären Ansatz“, einen sog. „Souveränitätsansatz“,

⁴²⁵ Vgl. Nagel, T. (1991): S. 170.

⁴²⁶ Vgl. Goodstein, E. (2008): S. 419 ff.

⁴²⁷ Vgl. Kemper, M. (1993): S. 84.

⁴²⁸ Vgl. Berg, H./Cassel, D./Hartwig, K-H. (2007): S. 310 f.

⁴²⁹ Vgl. Nagel, T. (1991): S. 176.

⁴³⁰ *Klimarahmenkonvention* (1992): Art. 4, Abs. 1.

die Verwendung des „Leistungsfähigkeitsprinzips“ und die Anwendung des „Verursacherprinzips“.⁴³¹ Der egalitäre Ansatz stellt auf die Gleichheit aller Menschen als Gerechtigkeitsprinzip ab. Für die Klimapolitik wird daraus abgeleitet, dass jedem Menschen das Recht auf eine gleich hohe Emissionsmenge an Treibhausgasen zusteht.⁴³² Würde dieses Prinzip auf Ebene der an den Klimaverhandlungen beteiligten Staaten angewandt, ergäbe sich eine prozentuale Aufteilung zielkonformer Treibhausgasemissionen in Abhängigkeit von der Bevölkerungsgröße. Reduktionen von Emissionsmengen müssten, diesem Ansatz folgend, insbesondere in Industrieländern und den Transformationsstaaten des ehemaligen Ostblocks stattfinden. Profitieren würden dagegen Länder mit hohen Bevölkerungszahlen und starkem wirtschaftlichen Wachstum wie *China* oder *Indien*. Ausgehend von der Überzeugung, dass jedem Staat ein gleiches Recht auf die Emission von Treibhausgasen zusteht, wird beim Souveränitätsansatz der Status quo als gerechter Ausgangspunkt für die Verteilung der Lasten von Klimaschutzmaßnahmen erachtet. Gerecht wäre die Rückführung von Treibhausgasemissionen hiernach, wenn sie auf Basis eines einheitlichen Faktors erfolgen würde. Jeder Staat hätte dann dasselbe prozentuale Minderungsziel zu erfüllen. Das Recht auf zukünftige Treibhausgasemissionen ergäbe sich also aus der Fortschreibung der relativen Verteilung vergangener Emissionsmengen.⁴³³ Würde man das Leistungsfähigkeitsprinzip zugrundelegen, ergäbe sich eine Handlungspflicht zu Emissionsreduktionen allein aus der wirtschaftlichen Fähigkeit heraus, diese Lasten tragen zu können. Von der Vielzahl möglicher Operationalisierungen⁴³⁴ wird im Rahmen der Klimaverhandlungen allerdings vornehmlich eine gleiche relative Verteilung der Kosten von Vermeidungsmaßnahmen in Abhängigkeit von der Höhe der nationalen Bruttoinlandsprodukte diskutiert.⁴³⁵ Die Anwendung des Verursacherprinzips würde denjenigen Nationen die Pflicht zu Emissionsreduktionen auferlegen, in deren Hoheitsgebieten es zur Emission von Treibhausgasen kommt, und die damit die Verantwortung für die Auslösung eines klimatischen Wandels tragen. Diesem Prinzip folgend wäre es gerecht, wenn sich die Nationen entsprechend ihres Anteils an den globalen Treibhausgasemissionen an den Kosten ihrer Rückführung beteiligen würden.⁴³⁶

Je nach dem, welches der betrachteten Gerechtigkeitsprinzipien einem Klimaschutzabkommen zugrundegelegt wird, fallen auf Ebene der teilnehmenden Staaten unterschiedlich hohe Kosten an. *Lange et al.* analysieren dies.⁴³⁷ Für verschiedene Gruppen von Staaten zeigen sie, welches Gerechtigkeitsprinzip jeweils aus ökonomischer Sicht den größten Vorteil bietet. Für

⁴³¹ Vgl. Ringius, L./Torvanger, A./Underdal, A. (2002): S. 5.

⁴³² Vgl. Ringius, L./Torvanger, A./Underdal, A. (2002): S. 8.

⁴³³ Vgl. Ringius, L./Torvanger, A./Underdal, A. (2002): S. 6.

⁴³⁴ Vgl. Blankart, C. B. (2008): S. 166 f. Für die Entwicklung des Leistungsfähigkeitsprinzips im Rahmen der Besteuerung von Bürgern zur Finanzierung von Staatsleistungen siehe Mill, J. S. (2001[1848]).

⁴³⁵ Vgl. Ringius, L./Torvanger, A./Underdal, A. (2002): S. 7.

⁴³⁶ Vgl. Ringius, L./Torvanger, A./Underdal, A. (2002): S. 7.

⁴³⁷ Vgl. Lange, A. et al. (2010).

die Analyse wird angenommen, dass sich die Weltgemeinschaft auf die Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 15 % bis zum Jahr 2020 gegenüber einem Referenzszenario ohne Klimaschutzmaßnahmen geeinigt hat. Unterstellt wird, dass die mit diesem Ziel einhergehenden Vermeidungskosten 80 US \$ (in Preisen von 2000)⁴³⁸ pro reduzierter Tonne Kohlenstoff betragen.⁴³⁹ Damit handelt es sich zwar um ein moderates gemeinschaftliches Ziel. Dies spielt aber für die Betrachtung der relativ anfallenden Kosten keine Rolle. Als klimapolitisches Instrument wird ausschließlich ein Mengenansatz mit handelbaren Zertifikaten gewählt, die zum Ausstoß einer bestimmten Menge Treibhausgase berechtigen. Mit der Festlegung der Gerechtigkeitsnorm wird die Ausgangsverteilung der Emissionsberechtigungen bestimmt. Daraus können dann die Kosten für die jeweiligen Staaten abgeleitet werden.⁴⁴⁰ Betrachtet werden die einflussreichsten Nationen in den internationalen Klimaverhandlungen, die ihren tatsächlichen unterschiedlichen Zielsetzungen entsprechend in vier verschiedene Verhandlungsgruppen, nämlich *EU*, *USA*, *Russland* sowie *G 77* inkl. *China*, aufgeteilt werden können.⁴⁴¹ Nach einer Ermittlung der auf Basis der jeweiligen Gerechtigkeitsprinzipien vorgenommenen Kostenberechnungen ergibt sich ein heterogenes Bild relativer Vorteilhaftigkeiten. Für die *EU* stellt sich heraus, dass die Anwendung des Verursacherprinzips mit den geringsten Vermeidungskosten verbunden wäre. Die Gruppe der *G 77* und *China* würden am meisten von einem egalitären Ansatz profitieren. Für *Russland* würde die Anwendung des Souveränitäts-Ansatzes die geringsten Vermeidungskosten auslösen. Für die *USA* wäre die Anwendung des Leistungsfähigkeitsprinzips am günstigsten.⁴⁴²

Die Ergebnisse einer Befragung, die auf einer der Klimakonferenzen der *Klimarahmenkonvention* durchgeführt wurde, zeigen eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Analyse von *Lange et al.* Befragt wurden die Teilnehmer der Konferenz nach dem Gerechtigkeitsprinzip, welches sie in den Verhandlungen zur Weiterentwicklung der *Klimarahmenkonvention* zugrundelegen. Die von den Mitgliedern der unterschiedlichen Verhandlungsgruppen angegebenen präferierten Gerechtigkeitsprinzipien entsprachen weitgehend denjenigen Gerechtigkeitsprinzipien, die gemäß der Analyse von *Lange et al.* aus ökonomischer Sicht jeweils besonders vorteilhaft gewesen wären.⁴⁴³ So gaben die befragten Vertreter der *EU* an, dass sie das Verursacherprinzip präferieren.⁴⁴⁴ Die interviewten Personen der *US*-Delegation

⁴³⁸ Das entspricht einem Preis von rund 22 US \$ pro Tonne CO₂.

⁴³⁹ Vgl. *Lange, A. et al. (2010)*: S. 363. Die Emissionsentwicklungen bis zum Jahr 2020 entstammen einer vom US-amerikanischen Energieministerium vorgenommenen Szenarioanalyse, vgl. *Lange, A. et al. (2010)*: S. 362.

⁴⁴⁰ Vgl. *Lange, A. et al. (2010)*: S. 362.

⁴⁴¹ Vgl. *Lange, A. et al. (2010)*: S. 360. Bei der Gruppe der *G 77* handelt es sich um einen losen Zusammenschluss von rund 130 Staaten, die zu den sog. Entwicklungsländern gezählt werden.

⁴⁴² Vgl. *Lange, A. et al. (2010)*: S. 363 f.

⁴⁴³ Vgl. *Lange, A. et al. (2010)*: S. 364.

⁴⁴⁴ Vgl. *Lange, A. et al. (2010)*: S. 365.

gaben den Souveränitätsansatz als bevorzugte Norm an.⁴⁴⁵ Russische Verhandlungsteilnehmer sprachen sich indes für die Anwendung des auf dem Souveränitätsprinzip basierenden Ansatzes aus.⁴⁴⁶ Nur für die Gruppe *G 77* und *China* kann keine Übereinstimmung der Ergebnisse in Bezug auf die präferierte und zugleich ökonomisch vorteilhafte Gerechtigkeitsnorm festgestellt werden. Dies dürfte maßgeblich der Heterogenität der Gruppe geschuldet sein. Während mit hohen wirtschaftlichen Wachstumsraten und immens hohen Bevölkerungszahlen für *Indien* und *China* gleich zwei Gründe für die Anwendung des egalitären Ansatzes sprächen, könnten für andere Länder mit geringerem Wachstum und kleineren Bevölkerungszahlen auch das Leistungsfähigkeits- oder das Verursacherprinzip vorteilhaft sein.⁴⁴⁷

Festhalten lässt sich, dass die Diskussion um die Festlegung einer Verteilungsnorm für ein post-*Kyoto* Klimaregime stark von der Verfolgung individueller, materieller Interessen bestimmt wird.⁴⁴⁸ Das bedeutet, dass einem Gerechtigkeitskriterium umso eher zugestimmt wird, je größer die ökonomischen Vorteile sind, die sich damit realisieren lassen. Allerdings unterscheiden sich die Staaten, die an den Verhandlungen zur Weiterentwicklung der *Klimarahmenkonvention* beteiligt sind, in der Beurteilung, welches Kriterium jeweils den größten Vorteil bringt. Ein Gerechtigkeitskriterium, das aus Sicht aller relevanten Staaten gleichermaßen als vorteilhaft empfunden wird, existiert nicht. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die bindenden Kräfte sozialer Anreize, die auf gemeinsam geteilten Normen und Werten beruhen, auf globaler Ebene derzeit nicht stark genug ausgeprägt sind, um die Menschen aus dem sozialen Dilemma der globalen Ressourcenübernutzung zu befreien.⁴⁴⁹ Das Problem fehlender ausschließbarer Nutzung der globalen Allmende Erdatmosphäre muss auf einem anderen Weg als über soziale Anreize gelöst werden.

Somit stellt sich die Frage, welche Lehren sich aus der großen Anzahl von Fallstudien und empirischen Untersuchungen über gelungene Selbstregulierungen regionaler Allmenden für das Management einer globalen Allmende ziehen lassen: Die Lösung von Allmende-Problemen erfordert es, die Nutzung der Ressource zu beschränken und Anreize zu schaffen, in den Erhalt der Ressource zu investieren, statt ihren Bestand aufzuzehren.⁴⁵⁰ Die Behauptung, dass Menschen dies nicht gelingen kann, ist nicht zutreffend.⁴⁵¹ Zwar ist die Gefahr der Tragik der Allmende

⁴⁴⁵ Vgl. Lange, A. et al. (2010): S. 509. Die Kosten des Leistungsfähigkeitsprinzips liegen nur marginal unter denen des Souveränitätsprinzips. Insofern kann man die Eigennutzhypothese als erfüllt betrachten. Unterschiedliche Vorstellungen über die Entwicklung der Leistungsfähigkeit haben einen erheblich größeren Einfluss auf die Bewertung der Vorteilhaftigkeiten, als in der Szenarioanalyse abgebildet werden kann, vgl. Lange, A. et al. (2010): S. 371.

⁴⁴⁶ Vgl. Lange, A. et al. (2010): S. 365.

⁴⁴⁷ Vgl. Lange, A. et al. (2010): S. 367.

⁴⁴⁸ Vgl. Lange, A. et al. (2010): S. 360.

⁴⁴⁹ Vgl. Krol, G.-J./Karpe, J. (1999): S. 22 f.

⁴⁵⁰ Vgl. Ostrom, E. et al. (1999): S. 278.

⁴⁵¹ Vgl. Ostrom, E. et al. (1999): S. 279.

allgegenwärtig; es lässt sich aber an vielen Orten die nachhaltige Nutzung erneuerbarer, natürlicher Ressourcen beobachten.⁴⁵² Auf internationaler Ebene steht die Weltgemeinschaft mit dem Klimawandel allerdings vor einer Herausforderung, zu deren Bewältigung die Kenntnisse erfolgreicher lokaler Allmende-Nutzung lediglich Lösungshinweise geben können.

Werden Allmende-Ressourcen von einer großen Anzahl von Individuen genutzt, die miteinander nicht kommunizieren, unabhängig voneinander handeln, hohe Diskontraten für die Bewertung zukünftig anfallender Nutzen ansetzen, niemand also die langfristigen Folgen eigenen Handelns berücksichtigt, und hohe Transaktionskosten bei Versuchen der Abänderung des Status quo der Regelnutzung veranschlagt werden können, ist eine gemeinschaftliche Problembewältigung auf dem Wege der Selbstregulierung kaum zu erwarten.⁴⁵³ Dem ökonomischen Verhaltensmodell folgend, kann dann sehr wahrscheinlich mit der Übernutzung der Ressource gerechnet werden. Vor diesem Hintergrund ist fraglich, ob es der internationalen Staatengemeinschaft gelingen kann, den anthropogenen Klimawandel aufzuhalten.

Bei der Darstellung des Folk-Theorems im Rahmen der Schilderung des Compliance-Problems wurde aber bereits erwähnt, dass es in wiederholten Spielen mit unbekannter Endrunde eine sehr große Anzahl möglicher Kooperationsgleichgewichte gibt, die sich vor allem im Grad der Aufteilung des Kooperationsgewinnes voneinander unterscheiden.⁴⁵⁴ Sollte es den Staaten der Klimarahmenkonvention trotz der herrschenden Unterschiede in Bezug auf das präferierte Gerechtigkeitsprinzip auf einer der zukünftigen internationalen Klimaschutzkonferenzen gelingen, sich auf eine allseits akzeptierte Verteilung von Lasten und möglichen sekundären Nutzen eines Klimaabkommens zu einigen, würde dies eine gemeinschaftliche Selbstregulierung entscheidend erleichtern.⁴⁵⁵

3.3 Unvollständige internationale Kooperation zur Bereitstellung von Klimaschutz

Wie weiter oben dargestellt wurde, ist zu erwarten, dass in naher Zukunft kein wirksames Klimaschutzabkommen verabschiedet werden wird, das alle Staaten der Erde umfasst. Dies bedeutet allerdings nicht, dass erwartet werden muss, dass deswegen auch die Bereitstellung von Klimaschutz nicht gelingen wird. Ein Hoffnungsschimmer für den Klimaschutz kann in Form einer unvollständigen, d. h. einer nicht alle Staaten der Erde umfassenden, internationalen Kooperation entdeckt werden. Möglicherweise könnte es nämlich ausreichen, dass sich eine relativ kleine Gruppe kooperierender Staaten bildet, die sich auf die Bereitstellung von Klimaschutz und die

⁴⁵² Vgl. Ostrom, E. et al. (1999): S. 281.

⁴⁵³ Vgl. Ostrom, E. (1990): S. 183.

⁴⁵⁴ Vgl. Kap. 3.1.3.2.

⁴⁵⁵ Freilich ist, wie in diesem Teilkapitel geschildert, eine solche Einigung angesichts weltweit unterschiedlichster Normen und Werte ein schwieriges Unterfangen.

Verteilung der damit einhergehenden Kosten verständigen. Gelingt dies, wäre es nicht erforderlich, einen globalen Konsens in Fragen des Klimaschutzes zu erzielen, um Klimaschutz zu realisieren. Hintergründe dieser Überlegung, die im Verlauf des Kapitels dargelegt werden, sind zum einen ökonomische Kenntnisse in Bezug auf die private Bereitstellung von Kollektivgütern. Zum anderen stützen sich die Überlegung auf naturwissenschaftliche Kenntnisse über die Möglichkeit eines abrupten Klimawandels und die Existenz von Kipp-Punkten innerhalb des Erdklimasystems.⁴⁵⁶ Bevor es zur Darlegung der entsprechenden Überlegungen kommt, werden zunächst deren Hintergründe erläutert. D. h., es wird gezeigt, unter welchen Bedingungen einzelne einer Gruppe selbst dann bereit sind, ein Kollektivgut bereitzustellen, wenn sich nicht alle, die von dessen Bereitstellung profitieren, an der Finanzierung des Gutes beteiligen. Anschließend wird die Idee präsentiert, auf welche Weise die Eigenschaft, dass es sich beim Klimawandel um ein Schwellenphänomen handelt, in der ökonomischen Analyse problemadäquat Beachtung finden kann. Eine Möglichkeit, die erstmals im Rahmen dieser Arbeit gewählt wird, besteht darin, diese Eigenschaft auf Ebene der „Aggregationstechnologie“ des Kollektivgutes Klimaschutz zu berücksichtigen, das hier als sog. Threshold-Gut identifiziert wird. Es wird dargestellt, welche Folgen diese Berücksichtigung für die ökonomische Analyse des Zustandekommens und der Stabilität eines Klimaschutzabkommens hat. Anschließend wird gezeigt, dass „Carbon Leakage“ eine bedeutende Gefahr für die Bereitstellung des Kollektivguts Klimaschutz darstellt.

3.3.1 Die Olson-Bedingungen für die private Bereitstellung von Kollektivgütern

Als Grund dafür, dass Staaten auf internationaler Ebene keine Klimaschutzbeiträge erbringen, kann, einer üblichen Argumentation folgend, das Fehlen einer zentralen, supranationalen Durchsetzungsmacht angeführt werden. Allerdings zeigt bereits *Olson* im Jahr 1965, dass dezentrale Problemlösungen auch ohne übergeordnete Zwangsinstanz erfolgversprechend sein können, wenn bestimmte Bedingungen bei der privaten Bereitstellung von Kollektivgütern erfüllt sind. *Olson* nennt drei wesentliche Einflussgrößen auf die Bereitstellung von Kollektivgütern mittels freiwilliger privater Beiträge. Hierzu zählen erstens die Gruppengröße, zweitens die Zusammensetzung der Gruppe, d. h. deren Heterogenität bzw. Homogenität, und drittens die individuellen Anreize, die von institutionellen Regelungen, die innerhalb der Gruppe Anwendung finden, ausgehen können.⁴⁵⁷

Dabei gilt, dass mit zunehmender Gruppengröße die Wahrscheinlichkeit, dass es zur privaten Bereitstellung des Kollektivgutes kommt, abnimmt.⁴⁵⁸ Grund dafür können ansteigende

⁴⁵⁶ Für einen Überblick über die entsprechenden naturwissenschaftlichen Kenntnisse siehe Kap. 1.2.

⁴⁵⁷ Vgl. *Sandler, T. (2004)*: S. 11.

⁴⁵⁸ Vgl. *Olson, M. (1968)*: S. 33.

Kosten der Organisierbarkeit größerer Gruppen sein.⁴⁵⁹ In kleinen Gruppen kommt es also häufiger zu kooperativem Verhalten, wenn es darum geht, ein Kollektivgut bereitzustellen.

Je heterogener die Gruppe in Bezug auf den Nutzen, den die Bereitstellung des Kollektivgutes stiftet, zusammengesetzt ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass es zu irgendeiner Form kooperativen Verhaltens kommt. Denn es kann im Interesse eines „großen“ Gruppenmitglieds sein, das entsprechende Gut bereitzustellen und die gesamten Kosten der Bereitstellung allein zu tragen, nämlich dann, wenn der Nutzen aus dem bereitgestellten Kollektivgut für den in diesem Sinne „Großen“ die Kosten der Bereitstellung übersteigt.⁴⁶⁰ Gemeinschaftliches Handeln bleibt aus; es kommt aber durch den „Olsonschen Großen“ zur Bereitstellung des Kollektivgutes.⁴⁶¹

Während die Größe einer Gruppe und ihre Zusammensetzung weitgehend exogene Größen darstellen, kann die Wahrscheinlichkeit der Bereitstellung auch endogen erhöht werden. Dazu muss ein geeignetes institutionelles Arrangement implementiert werden, mit dem es gelingt, das individuelle Kosten-Nutzen-Verhältnis der Gruppenmitglieder so auszugestalten, dass es zur Kooperation kommt. Dazu kann man die Beitragsleistung zum Kollektivgut mit individuell spürbaren selektiven Anreizen belohnen oder Strafen für unkooperatives Verhalten durchsetzen.⁴⁶² Zur Steigerung der Attraktivität der Teilnahme an einem Klimaschutzabkommen könnten bspw. Technologietransfers in Aussicht gestellt werden, mit denen Klimaschutzmaßnahmen kostengünstiger umsetzbar werden. Es könnten auch direkte Zahlungen zur Verbesserung der Anpassungsfähigkeit an nicht mehr vermeidbare Klimafolgen fließen, sollten Staaten einem Klimaschutzabkommen beitreten und die vereinbarten Reduktionen an Treibhausgasemissionen vornehmen. Beiträge zu einem öffentlichen Gut wie dem Klimaschutz dienen zudem nicht nur der Bereitstellung des Gutes selbst. Mit der Reduktion des Treibhausgasausstoßes werden auch Kuppelprodukte mit sekundärem Nutzen produziert, der ausschließlich dort anfällt, wo Klimaschutzmaßnahmen durchgeführt werden.⁴⁶³ Maßnahmen zum Schutz tropischer Regenwälder etwa erhalten nicht nur deren Funktion als terrestrische Senke für Treibhausgasemissionen aufrecht, sondern bieten darüber hinaus Möglichkeiten alternativer ökonomischer Nutzungen, wie Ökotourismus oder regional nutzbare Ökosystemleistungen, wie die Generierung und Speicherung von Regenwasser. Auch die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energieträger in der Energieerzeugung zur Reduktion von Treibhausgasemissionen ist mit solchem privaten Zusatz-

⁴⁵⁹ Vgl. *Olson, M. (1968): S. 47.*

⁴⁶⁰ Vgl. *Olson, M. (1968): S. 31.*

⁴⁶¹ Vgl. *Olson, M. (1968): S. 32 f.*

⁴⁶² Vgl. *Olson, M. (1968): S. 50.* Die negativen oder positiven selektiven Anreize können dabei sowohl monetäre Formen als auch nicht monetäre Formen, wie etwa sozialen Druck, annehmen, vgl. *Olson, M. (1968): S. 59 und 131.*

⁴⁶³ Vgl. *Sandler, T. (2004): S. 37.* Für eine Analyse der kooperationssteigernden Wirkung von „joint products“ vgl. *Cornes, R./Sandler, T. (1984).*

nutzen verbunden. Denn indem weniger fossile Energierohstoffe verbrannt werden, werden auch weniger Ruß, Feinstäube, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid oder Stickoxide freigesetzt. Damit bildet sich weniger bodennahes Ozon, nimmt das Smog-Risiko ab und sinkt die Schadstoffbelastung von Gewässern, Böden und Wäldern.⁴⁶⁴ Mit der geringeren Schadstoffbelastung der Umweltmedien verringert sich auch für den Menschen die Gefahr, infolge einer Schadstoffexposition zu erkranken.⁴⁶⁵ Sind die privat anfallenden sekundären Nutzen groß genug, d. h., übersteigen sie die Kosten der Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen, lohnt es sich, Klimaschutzbeiträge zu leisten. Die angesprochenen Technologietransfers können dazu beitragen, dass dieser Kosten-Nutzen-Vergleich aus Sicht eines Staates zugunsten der Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen ausfällt.

Wäre eine der von *Olson* genannten Einflussgrößen hinreichend handlungswirksam, läge die Verfolgung des eigenen Interesses zugleich auch im Interesse des Kollektivs. Eine notwendige Bedingung für das Zustandekommen eines erfolgversprechenden internationalen Abkommens könnte dann erfüllt sein. Das Abkommen wäre selbstdurchsetzend.

3.3.2 Zum Einfluss von Aggregationstechnologien auf die Wahrscheinlichkeit der Bereitstellung von Kollektivgütern

Neben den von *Olson* dargestellten Einflussgrößen hat auch die einem Kollektivgut jeweils zugrundeliegende „Aggregationstechnologie“ einen bedeutenden Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit von dessen privater Bereitstellung.⁴⁶⁶ Eine Aggregationstechnologie, auch „Kompositionsregel“ genannt, bestimmt, wie das Bereitstellungsniveau eines Kollektivgutes von den individuellen Beiträgen abhängt, d. h., welchen Einfluss ein individueller Beitrag auf das gesamte Bereitstellungsniveau haben kann.⁴⁶⁷ Zudem wird damit beschrieben, in welchem Verhältnis zueinander die verschiedenen Beiträge stehen, d. h. welches relative Gewicht ihnen jeweils zukommt.⁴⁶⁸ Bestimmt wird die Aggregationstechnologie von der Art des bereitzustellenden Kollektivgutes, das bedeutet, sie ist nicht frei wählbar.

In Analogie zur Herstellung eines privaten Gutes kann die Aggregationstechnologie als die „Produktionsfunktion“ eines Kollektivgutes interpretiert werden.⁴⁶⁹ Verschiedene solcher Pro-

⁴⁶⁴ Für eine Analyse der sekundären Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen vgl. *Pittel, K./Rübbelke, D. T. G. (2005)*: S. 370.

⁴⁶⁵ Vgl. *Pittel, K./Rübbelke, D. T. G. (2005)*: S. 372 f.

⁴⁶⁶ Vgl. *Sandler, T. (2003)*: S. 134.

⁴⁶⁷ Vgl. hierzu grundlegend *Hirshleifer, J. (1983)*: S. 372. Für den Begriff der Aggregationstechnologie vgl. *Sandler, T. (2004)*: S. 60. Für eine experimentelle Überprüfung des Einflusses der Aggregationstechnologie auf die Wahrscheinlichkeit der privaten Bereitstellung eines Kollektivgutes siehe *Harrison, G. W./Hirshleifer, J. (1989)*. Für eine Verallgemeinerung des Ansatzes siehe *Cornes, R. (1993)*.

⁴⁶⁸ Vgl. *Sandler, T. (2004)*: S. 38.

⁴⁶⁹ Vgl. *Hirshleifer, J. (1983)*: S. 372.

duktionsfunktionen lassen sich voneinander unterscheiden.⁴⁷⁰ Eine dieser Produktionsfunktionen wird als Best-shot-Technologie bezeichnet. Liegt der Bereitstellung eines Kollektivgutes diese Aggregationstechnologie zugrunde, bestimmt der größte aller geleisteten Einzelbeiträge das Bereitstellungsniveau.⁴⁷¹ Ein typisches Beispiel hierfür ist die Suche nach einem neuen Medikament zur Heilung einer bisher unheilbaren Krankheit. Wird in verschiedenen Laboratorien unabhängig voneinander nach Lösungen geforscht, führt üblicherweise diejenige Forschungsarbeit am schnellsten zum Ziel, die mit dem größten Input betrieben wird.⁴⁷² Sobald ein solches Forschungsergebnis einmal veröffentlicht worden ist, erübrigen sich weitere, diesbezügliche Anstrengungen.⁴⁷³

Die Bereitstellung eines Kollektivgutes kann auch auf einer sog. Weakest-link-Aggregationstechnologie beruhen.⁴⁷⁴ Dies ist zuweilen der Fall, wenn es um die Bereitstellung von Sicherheit geht; etwa bei dem Schutz vor Sturmfluten durch einen Damm. So könnten sich die Bewohner einer kleinen Insel darauf einigen, dass alle Eigentümer von Küsten-Grundstücken ein entsprechend langes Teilstück eines gemeinsamen meerseitig ausgerichteten Damms auf ihrem Grundstück errichten müssen. Wird es dabei jedem Eigentümer selbst überlassen, die Höhe des Damms, soweit er auf dem eigenen Grundstück verläuft, selbst zu bestimmen, legt derjenige Grundbesitzer das Schutzniveau aller Inselbewohner fest, der auf seinem Grundstück den niedrigsten meerseitig ausgerichteten Damm errichtet.⁴⁷⁵ Wie bei einer Kette das schwächste Glied ihre maximale Zuglast bestimmt, ist der kleinste aller geleisteten Beiträge für das Bereitstellungsniveau des Kollektivgutes verantwortlich.⁴⁷⁶ Handelt es sich um eine relativ homogene Gruppe, der die Bereitstellung eines solchen Gutes nutzen stiftet, ist die Wahrscheinlichkeit der Bereitstellung eines derartigen Kollektivgutes als hoch einzustufen.⁴⁷⁷

Während Best-shot und Weakest-link-Technologien in der Realität weniger häufig beobachtet werden können, liegt in vielen Fällen der Bereitstellung von Kollektivgütern eine Summationstechnologie zugrunde. So zum Beispiel bei Pareto-verbessernder Umverteilung, wenn es etwa darum geht, Geldbeträge zur Realisierung von karitativen Zwecken zu sammeln.⁴⁷⁸ Mit

⁴⁷⁰ Eine exemplarische Übersicht über verschiedene Aggregationstechnologien bietet *Sandler, T. (2003)*.

⁴⁷¹ Vgl. *Hirshleifer, J. (1983)*: S. 381.

⁴⁷² Vgl. *Sandler, T. (1998)*: S. 231.

⁴⁷³ *Hirshleifer* wählt, vermutlich vor dem Hintergrund des Kalten Krieges, bei der erstmaligen Vorstellung einer solchen Technologie das Beispiel einer Raketenabwehrstellung, mit dessen Hilfe eine Interkontinentalrakete abgewehrt werden soll. Allein diejenige Abwehrrakete, die den feindlichen Flugkörper vom Himmel holt - der beste Schuss - ist verantwortlich für die Vermeidung der Folgen eines gezielten Einschlags. Vgl. *Hirshleifer, J. (1983)*: S. 373.

⁴⁷⁴ Vgl. *Hirshleifer, J. (1983)*: S. 372.

⁴⁷⁵ Vgl. *Hirshleifer, J. (1983)*: S. 371.

⁴⁷⁶ Vgl. *Hirshleifer, J. (1983)*: S. 373 i. V. m. S. 381.

⁴⁷⁷ Vgl. *Hirshleifer, J. (1983)*: S. 382.

⁴⁷⁸ Vgl. *Sandler, T. (2004)*: S. 61. Zu Beginn des dritten Kapitels wurde mit Verweis auf die Arbeit von *Hochman, H. M./Rodgers, J. D. (1969)* das Problem freiwilliger Beitragsleistungen zu einem Umvertei-

jedem Euro, der während einer Spendenaktion zusätzlich eingenommen wird, lässt sich eine entsprechend größere Menge Geld an Bedürftige verteilen. Auch die Aufstellung einer Armee kann als Beispiel für ein Kollektivgut mit Summationstechnologie angeführt werden.⁴⁷⁹ Bei gegebenem Stand der technischen Ausstattung eines Soldaten, nimmt die Stärke einer Armee mit jedem zusätzlichen Soldaten zu. Liegt einem Kollektivgut die Summationstechnologie zugrunde, nimmt, allgemein gesprochen, mit jeder technologischen Einheit eines individuellen Beitrages das Bereitstellungsniveau des Kollektivgutes linear zu. Jede Einheit, Geld, Arbeitskraft, Zeit o. ä., stellt dabei ein vollkommenes Substitut jeweils anderer dar und das zugrundeliegende Anreizproblem der Bereitstellung des entsprechenden Gutes kann mit einem Gefangenendilemma zutreffend abgebildet werden.⁴⁸⁰

3.3.3 Klimaschutz als „Threshold-Gut“

Regelmäßig wird in der ökonomischen Literatur, wenn nicht ausdrücklich anderweitig spezifiziert, eine Summationstechnologie unterstellt, wenn die Anreize zur Erstellung eines Kollektivgutes analysiert werden.⁴⁸¹ Bisher wurde dies auch hier unausgesprochen vorausgesetzt. Nun stellt sich aber die Frage, ob der Bereitstellung von Klimaschutz wirklich eine Summationstechnologie zugrundeliegt. Dafür spricht, dass sich die gemeinsame Wirkung einzelner Reduktionsbeiträge aus ihrer Addition ergibt; jeder einzelne Beitrag kann durch einen beliebigen anderen ersetzt werden. Allerdings müsste dann, wenn es sich um eine Summationstechnologie handelt, auch das gesamte Bereitstellungsniveau des Kollektivgutes resp. das Qualitätsniveau des Klimas additiv und stetig zunehmen, je mehr Einheiten individueller Beiträge erbracht werden. Dies wäre der Fall, wenn es sich bei dem vorliegenden Klimaproblem um ein Phänomen kontinuierlicher Umweltveränderungen handeln würde.⁴⁸²

lungsbudget zugunsten armer Gesellschaftsmitglieder thematisiert. Hierbei handelt es sich um einen Fall Pareto-verbessernder Umverteilung.

⁴⁷⁹ Vgl. Sandler, T. (2004): S. 68.

⁴⁸⁰ Vgl. Sandler, T. (1998): S. 224.

⁴⁸¹ Dies geschieht jedoch meist implizit, d. h., ohne überhaupt auf die Produktionstechnologie einzugehen. Siehe hierzu im Rahmen der Definition globaler öffentlicher Güter Kaul, I./Grunberg, I./Stern, M. (1999): S. 6 ff. Auch für Bonus ist das Bereitstellungsproblem untrennbar mit dem Gefangenendilemma verknüpft; vgl. Bonus, H. (1979): S. 77. Für die Darstellung der entsprechenden Anreizsituation, der sich Individuen bei der Beitragsleistung zur Aufrechterhaltung einer lokalen Allmende gegenübersehen vgl. Seabright, P. (1993): S. 118. Auch in einem wirtschaftspolitischen Standardlehrbuch, wie dem von Weimann, wird bei Betrachtung reiner öffentlicher Güter nur auf das Gefangenendilemma abgestellt; vgl. Weimann, J. (2009a): S. 133. Ebenso verfährt Fritsch bei der Darstellung der Kollektivguteigenschaften von Beiträgen zur Lösung eines Allmende-Problems, vgl. Fritsch, M. (2011): S. 90 f. Für diese Feststellung siehe auch Sandler, T. (2004): S. 56 i. V. m. S. 61. Siehe auch Hirschleifer, der dies erstmals als Standard-Annahme in der Ökonomie bezeichnete und feststellte, dass damit eine verzerrte Wahrnehmung der Möglichkeit der privaten Bereitstellung von Kollektivgütern einhergeht, vgl. Hirschleifer, J. (1983): S. 381.

⁴⁸² Dieser Annahme folgend ordnet Sandler das Problem bei den Summationstechnologien ein; vgl. Sandler, T. (2003): S. 134 i. V. m. Sandler, T. (1998): S. 225.

Beim Klimawandel handelt es sich jedoch nicht um ein Phänomen einer kontinuierlichen Umweltveränderung. Es wurden bereits naturwissenschaftliche Kenntnisse angesprochen, dass es sich bei der vorliegenden Problematik eines Klimawandels vielmehr um ein Schwellenphänomen handelt.⁴⁸³ Und es wurde konstatiert, dass ein mit rationalen Erwägungen konformes Klimaschutzziel darin bestehen könnte, den globalen mittleren Temperaturanstieg gegenüber vorindustriellem Niveau 2 °C nicht überschreiten zu lassen, um die massiven Schädigungen eines davon ausgelösten unumkehrbaren positiven Rückkopplungsprozesses innerhalb des Klimasystems, der über Jahrtausende unumkehrbar wäre, zu verhindern. Ist es erklärtes Ziel der Klimapolitik, die herrschenden stabilen klimatischen Bedingungen aufrechtzuerhalten, darf die durchschnittliche globale Erdmitteltemperatur die entsprechende Temperaturschwelle nicht überschreiten.⁴⁸⁴

Das Verhindern des Überschreitens der Temperaturschwelle kann über die Rückführung der Treibhausgasemissionen gelingen, weil die atmosphärische Treibhausgaskonzentration und die Stärke der mittleren globalen Temperaturbeeinflussung über die „Klimasensitivität“ miteinander in einem Wirkungszusammenhang stehen. Über diesen Zusammenhang ist es grundsätzlich möglich, ein bestimmtes Temperaturniveau durch die Herbeiführung einer entsprechenden atmosphärischen Treibhausgaskonzentration anzustreben. Um ein bestimmtes Niveau an atmosphärischer Treibhausgaskonzentration zu erreichen, darf die Immissionsmenge an Treibhausgasen, die sich in der Atmosphäre einlagert, einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Dabei ist die Immissionsmenge wiederum abhängig von der Emissionsmenge von Treibhausgasen und der Absorptionsfähigkeit für Treibhausgase der übrigen Elemente des Klimasystems.⁴⁸⁵ Die für die Zielerreichung erforderlichen Mengen zu reduzierender Treibhausgasimmissionen ergeben sich also grundsätzlich auf Basis der Klimasensitivität unmittelbar aus dem anvisierten Ziel in Grad Celsius. Allerdings lässt sich nicht jedes gewünschte Temperaturniveau erreichen. Die Kipp-Punkte und Rückkopplungsbeziehungen innerhalb des Klimasystems sind ursächlich dafür, dass zwischen Treibhausgasemission, -absorption, -immission und -konzentration sowie der globalen Durchschnittstemperatur kein linearer Zusammenhang besteht. D. h., die Kipp-Punkte innerhalb des Klimasystems geben die maximal mögliche Konzentration an atmosphärischen Treibhausgasen vor, bis zu der die vorherrschenden stabilen klimatischen Verhältnisse des Holozäns bestehen bleiben.⁴⁸⁶

⁴⁸³ Vgl. für einführende Darstellungen von Schwellen der globalen Erdmitteltemperatur und Kipp-Punkten innerhalb des Erdklimasystems Kap. 1.2.

⁴⁸⁴ Vgl. Kap. 1.4 i. V. m. Kap. 2.2.3 und 2.2.4.

⁴⁸⁵ Für den Zusammenhang zwischen der Emission von Treibhausgasen, deren Absorption innerhalb des Klimasystems, deren Immission in die Erdatmosphäre, dem Anstieg der Treibhausgaskonzentration, der Klimasensitivität und der globalen Durchschnittstemperatur siehe Kap. 1.4.

⁴⁸⁶ Die naturwissenschaftliche Diskussion darüber, welches Konzentrationsniveau an atmosphärischen Treibhausgasen zielkonform wäre und angestrebt werden sollte, soll hier nicht geführt werden. Im Rahmen der Diskussion um das 2 °C-Ziel wurde bereits auf Untersuchungen verwiesen, in denen ver-

Besteht ein gemeinsames Klimaschutzziel von Staaten darin, das Überschreiten der Temperaturschwelle, etwa eines Anstiegs der globalen Erdmitteltemperatur um mehr als 2 °C, zu verhindern, um das seit Beginn des Holozäns vorherrschende relativ stabile Klima aufrechtzuerhalten, entspricht Klimaschutz weniger einem Summationsgut, sondern vielmehr einem sog. „Threshold-Gut“. Wenn es sich beim Klimawandel um ein Schwellenphänomen handelt, nehmen die einzelnen Klimaschutzbeiträge, in Form reduzierter Treibhausgasemissionen, nicht gleichermaßen Einfluss auf das gesamte Bereitstellungsniveau. Werden insgesamt nämlich weniger Emissionsmengen reduziert als notwendig, gelingt die Zielerreichung nicht, und es kommt zu einem Überschreiten der Konzentrationsschwelle an atmosphärischen Treibhausgasen, ab der ein abrupter und irreversibler Klimawandel ausgelöst werden kann. D. h., wird die erforderliche Summe an Einzelbeiträgen unterschritten, fällt der mögliche Nutzen von Klimaschutzpolitik überhaupt nicht an; alle dennoch erbrachten Klimaschutzbeiträge sind dann insignifikant. Diese Signifikanzschwelle für geleistete Klimaschutzbeiträge ergibt sich unmittelbar aus der Existenz der Temperaturschwelle innerhalb des Klimasystems, deren Überschreiten unumkehrbare positive Rückkopplungsprozesse auslöst. Die erste nutzbare Einheit eines solchen Threshold-Gutes fällt also erst an, wenn zuvor ein bestimmtes kumuliertes Mindestniveau an Einzelbeiträgen erbracht wurde.⁴⁸⁷ So besteht die Aggregationsfunktion hier aus mindestens zwei Komponenten, nämlich einer erforderlichen Mindestmenge an Beiträgen und einem Aggregationsmechanismus, etwa dem der Summation.⁴⁸⁸

3.3.4 Bereitstellung des Threshold-Gutes Klimaschutz durch eine multilaterale Koalition von Staaten

Handelt es sich bei einem bereitzustellenden Kollektivgut um ein Threshold-Gut kann die zugrundeliegende Entscheidungssituation, in der auf freiwilliger Basis über die Beitragsleistung entschieden wird, mit einem „Assurance-Spiel“ dargestellt werden.⁴⁸⁹ Anhand der in *Abbildung 3c* dargestellten Matrix, wird die Entscheidungssituation einführend zunächst für den Zwei-Personen-Fall analysiert.⁴⁹⁰

sucht wird, ein Niveau an Treibhausgaskonzentrationen zu bestimmen, welches die Verwirklichung des Klimaschutzziels möglich werden lässt. Vgl. Kap. 2.2.4.

⁴⁸⁷ Vgl. Sandler, T. (1998): S. 239 oder Bagnoli, M./McKee, M. (1991): S. 352. Siehe auch Palfrey, T. R./Rosenthal, H. (1984): S. 171. Hier wird das „Threshold-Good“ als „diskretes Öffentliches Gut“ bezeichnet.

⁴⁸⁸ Vgl. Sandler, T. (1998): S. 242.

⁴⁸⁹ Vgl. Sandler, T. (2004): S. 64. Vgl. für die grundlegenden Eigenschaften des Assurance Games Runge, C. F. (1984).

⁴⁹⁰ Die Darstellung folgt Sandler, T. (2004): S. 64.

Abbildung 3c: Bereitstellung eines Threshold-Gutes durch zwei Spieler als Assurance-Spiel

		Spieler B	
		Eine Einheit beitragen	Keine Einheit beitragen
Spieler A	Eine Einheit beitragen	2 (a) 2	-6 (b) 0
	Keine Einheit beitragen	0 (c) -6	0 (d) 0

Quelle: Sandler, T. (2004): S. 65.

Spieler A und B stehen vor der Entscheidung, eine oder keine Einheit zur Bereitstellung eines Kollektivgutes beizutragen. Die Kosten eines Beitrags betragen sechs Nutzenäquivalente. Der Nutzen aus einer bereitgestellten Einheit beträgt vier Nutzeneinheiten für beide Spieler. Der Nutzen fällt nur dann an, wenn mindestens zwei Einheiten beigetragen werden. Tragen beide Spieler nicht bei, beträgt, wie in Zelle (d) dargestellt, für beide Spieler der Payoff null. Trägt nur ein Spieler bei, dargestellt in den Zellen (b) und (c), fällt beim jeweils beitragenden Spieler ein Verlust von -6 und beim jeweils defektierenden Spieler ein Payoff von null an. Wird von beiden Spielern ein Beitrag geleistet, erzielt jeder einen Payoff von zwei Einheiten, wie in Zelle (a) zu sehen ist. Das Assurance-Spiel hat in Zelle (a) ein stabiles Nash-Gleichgewicht, das zugleich ein Pareto-Optimum ist. Nun ist allerdings nicht sichergestellt, dass das Pareto-Optimum auch erreicht wird, denn es existiert ein zweites stabiles Gleichgewicht bei beiderseitiger Defektion. Entscheiden die Spieler simultan, kann nicht mit Sicherheit vorhergesagt werden, welche der beiden Gleichgewichtssituationen sich einstellen wird, auch wenn Zelle (a) Pareto-superior gegenüber Zelle (d) ist. Eine einmal entstandene Situation beiderseitiger Kooperation wird aber kein Spieler mehr einseitig verlassen wollen.⁴⁹¹

Angewendet auf den Fall der Bereitstellung von Klimaschutz stellt sich die in *Abbildung 3c* abgebildete Situation wie folgt dar: Es wird angenommen, dass auf der Erde lediglich zwei Staaten existieren, der Nord- und der Südstaat, deren Hoheitsgebiete sich im ersten Fall über die Nord- und im zweiten Fall über die Südhemisphäre erstrecken. Da annahmegemäß keiner der beiden Staaten Klimaschutz allein bereitstellen kann und die Aufrechterhaltung des herrschenden Klimas für beide ökonomisch vorteilhafter ist als der Vollzug eines irreversiblen klimati-

⁴⁹¹ Vgl. Sandler, T. (2004): S. 27.

schen Wandels, haben die Staaten in einem Abkommen vereinbart, ihre jeweiligen Treibhausgasemissionen in einem zielkonformen Umfang zu reduzieren. Werden in beiden Staaten Klimaschutzbeiträge im vereinbarten Umfang geleistet, kann der Nutzen der Bereitstellung von Klimaschutz in Zelle (a) realisiert werden. Sollte sich diese Situation einstellen, ist sie auch stabil. Es existiert in diesem Assurance-Spiel mit zwei Spielern keine Trittbrettfahrerposition, die es einem der beiden Staaten ermöglichen würde, den anderen auszubeuten und ohne eigene Anstrengungen den Nutzen der Aufrechterhaltung des herrschenden Klimas zu realisieren. Die Realisierung ist nur möglich, wenn beide Staaten kooperieren. Werden hingegen in keinem der beiden Staaten Klimaschutzbeiträge erbracht, wird das Kollektivgut nicht bereitgestellt und die Staaten finden sich in Zelle (d) in einer stabilen Situation wieder. Wenn nur jeweils einer der beiden Staaten Klimaschutzmaßnahmen durchführt, dargestellt in den Zellen (b) und (c), fällt der Nutzen von Klimaschutz ebenfalls nicht an. Denn die zurückgeführten Emissionen reichen nicht aus, um den Anstieg der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen über das Niveau hinaus, ab der sich ein klimatischer Wandel irreversibel vollzieht, zu stoppen. Ebenso wie im Fall des beiderseitigen Nicht-Beitragens wären die Staaten stattdessen gezwungen, sich an wandelnde klimatische Bedingungen anzupassen. Der Staat allerdings, der sich einseitig an das Abkommen hält, hat nicht nur die Folgekosten des Klimawandels und die Kosten der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen zu tragen. Schließlich sind bei der Durchführung von Vermeidungsmaßnahmen bereits Kosten angefallen, denen nun kein Nutzen gegenübersteht. Die Wohlfahrt im entsprechenden Staat ist im Umfang der angefallenen Kosten für Vermeidungsmaßnahmen c. p. gesunken. Daher ist die Situation der einseitigen Kooperation aus Sicht des kooperierenden Staates schlechter als die der beiderseitigen Defektion. Am besten für beide ist es, wenn jeweils die kooperative Handlungsalternative gewählt wird. Da aber sowohl die Situation der beiderseitigen Kooperation als auch die Situation der beiderseitigen Nicht-Leistung von Beiträgen stabil ist, kann ex ante allerdings nicht festgestellt werden, welches der beiden möglichen Nash-Gleichgewichte sich im simultan gespielten Assurance-Spiel einstellen wird.

Da im Rahmen internationaler Klimaschutzverhandlungen mehr als zwei Spieler resp. Staaten über die Durchführung von Maßnahmen zum Klimaschutz verhandeln, wird nun in *Abbildung 3d* ein Mehrpersonen-Assurance-Spiel betrachtet. Die Ergebnisse eines Mehrpersonen-Assurance-Spiels unterscheiden sich von den Ergebnissen eines Assurance-Spiels mit zwei Spielern.⁴⁹²

⁴⁹² Die allgemeine Darstellung des Assurance-Spiels folgt *Sandler, T. (2004)*: S. 91 ff. Die Anwendung auf den Fall des Klimaschutzes findet sich dort nicht. Die Arbeit von Sandler beschäftigt sich zwar mit dem Phänomen des Klimaschutzes als globale Herausforderung, allerdings wird die Problematik der Bereitstellung des Gutes Klimaschutz dort auf Basis eines Gefangenendilemmas erörtert. Grund dafür ist, dass Sandler annimmt, der Klimawandel stelle ein lineares Umweltphänomen und kein Schwellenphänomen dar.

Abbildung 3d: Bereitstellung eines Threshold-Gutes durch mehr als zwei Spieler als Mehrpersonen-Assurance-Spiel

Staat A...	Anzahl anderer Staaten, die einen Beitrag leisten							
	0	1	2	3	4	5	6	7
...trägt keine Einheit bei	0*	0	0	0	0	30	36	42
...trägt eine Einheit bei	-8	-8	-8	-8	22*	28	34	40

*stabile Nash-Gleichgewichte

Quelle: Eigene Darstellung nach *Sandler, T. (2004): S. 91.*

Betrachtet wird eine Situation, in der eine bestimmte Menge von Beitragseinheiten geleistet werden muss, damit das Threshold-Gut bereitsteht. D. h., die Summe aller Beitragseinheiten muss eine bestimmte Signifikanzschwelle überschreiten. Angenommen wird, dass sich jeder Staat mit dem Beitritt zu einem internationalen Abkommen zur Bereitstellung einer Einheit zu dem entsprechenden Kollektivgut verpflichtet. Jeder der acht Staaten kann nun eine Einheit zur Bereitstellung des Kollektivgutes beitragen oder dieses unterlassen. Dabei betragen die Kosten einer Beitragseinheit für den Beitragenden acht Nutzenäquivalente. Der Nutzen jeder Beitragseinheit fällt in Höhe von sechs Nutzeneinheiten bei jedem Staat an; dies allerdings erst dann, wenn die Signifikanzschwelle von mindestens fünf bereitgestellten Einheiten überschritten wird. Bevor also die Signifikanzschwelle nicht überschritten wird, stiften die Beiträge zum Kollektivgut keinem Spieler Nutzen. Der Vergleich der möglichen Payoffs aus Sicht von Staat A in *Abbildung 3d* zeigt, dass nicht beizutragen für A besser ist als beizutragen, und zwar dann, wenn die Anzahl anderer Staaten, die jeweils eine Beitragseinheit leisten, kleiner ist als vier. Der Payoff der Nichtleistung eines Beitrags beträgt, wie in der oberen Reihe ablesbar ist, null, derjenige bei Beitragsleistung, ablesbar in der unteren Reihe, minus acht. Sobald vier andere Staaten Einheiten zum Kollektivgut beitragen, kehrt sich die Vorteilhaftigkeit um, und es ist für Staat A besser, auch selbst einen Beitrag zu leisten. Denn mit dem eigenen Beitrag wird die Signifikanzschwelle der Bereitstellung überschritten und der Payoff beträgt 22 Nutzeneinheiten, während der Payoff null beträgt, sollte Staat A keinen Beitrag leisten. Sollten fünf andere Staaten Beiträge erbringen, ist es für Staat A wiederum besser, selbst auf die Beitragsleistung zu verzichten. Schließlich könnte Staat A in dieser Situation mit dem Verzicht auf einen eigenen Beitrag 30 Nutzeneinheiten erzielen, statt lediglich 28 Nutzeneinheiten bei Leistung eines eigenen Beitrags. D. h., mit jedem weiteren Beitrag über die Signifikanzschwelle von fünf Einheiten hinaus, steigt mit dem Bereitstellungsniveau zwar der Nutzen bei jedem Staat jeweils um sechs Einheiten an. Allerdings hat kein Staat einen Anreiz, solche Beiträge über die Signifikanzschwelle hinaus zu erbringen.

Ebenso wie im Assurance-Spiel mit zwei Spielern existieren im Mehrpersonen-Assurance-Spiel zwei stabile Nash-Gleichgewichte. Das sind zum einen die Situation allseitiger Defektion und zum anderen die Situation, in welcher die Summe der Beiträge gerade die Signifikanzschwelle der notwendigen Bereitstellung von fünf Einheiten zum Threshold-Gut übersteigt. Einer Gruppe von Spielern, deren Mitgliederzahl kleiner ist, als die Gesamtheit von Spielern, die von der Bereitstellung des Gutes profitiert, kann es also gelingen, das Threshold-Gut bereitzustellen. Es existiert im Mehrpersonen-Assurance-Spiel eine stabile Situation bei, in diesem Sinne, unvollständiger Kooperation.⁴⁹³ Es ist allerdings ex ante nicht eindeutig bestimmbar, welche der beiden Gleichgewichtssituationen sich einstellen wird, wenn sich die Spieler simultan für eine der beiden Optionen entscheiden müssen; und zwar ungeachtet dessen, dass das Gleichgewicht bei unvollständiger Kooperation Pareto-superior gegenüber dem Gleichgewicht allseitiger Defektion ist.⁴⁹⁴

Handelt es sich beim Klimaschutz, wie weiter oben dargestellt, um ein Threshold-Gut, ist ein weltweit umfassendes Abkommen, das die Kooperation sämtlicher Staaten der Erde erfordert, nicht notwendig, um ein erfolgreiches Klimaschutzregime zu etablieren.⁴⁹⁵ Notwendig für die Bereitstellung des Gutes ist stattdessen das Zustandekommen einer stabilen Koalition von Staaten, die jeweils willens und fähig sein müssen, Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen. Die Staaten, die sich zu einer solchen „multilateralen Koalition zum Schutz des Klimas“ zusammenschließen, können sich gemeinsam wie ein „Olsonischer Großer“ verhalten und das Threshold-Gut Klimaschutz bereitstellen. Damit es zu einem solchen gemeinsamen Verhalten von einer entsprechenden Anzahl von Staaten kommt, müssen einige Bedingungen erfüllt sein. Zum einen müssen die Staaten der Koalition gemeinsam in der Lage sein, die erforderlichen Mengen Treibhausgasemissionen einzusparen. D. h., die Staatengruppe muss hinreichend groß sein, um das Konzentrationsniveau an Treibhausgasen in der Atmosphäre zielkonform beeinflussen zu können. Zugleich muss sie über die Mittel verfügen, entsprechende Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen, d. h., sie muss die Maßnahmen auch finanzieren können. Um die Stabilität der multilateralen Koalition zum Schutz des Klimas und die Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen auf Dauer gewährleisten zu können, muss zum anderen für jedes Mitglied der Koalition gelten, dass sich die Kosten der Beitragsleistung und der Nutzen aus dem Beitritt zu dem Abkommen mindestens entsprechen. Ein Klimaschutzabkommen, dass diese Bedingungen erfüllt, ist selbst-durchsetzend.⁴⁹⁶ Denn jeder im beschriebenen Sinne willige und fähige Staat des Abkommens würde unter diesen Bedingungen seiner Verpflichtung, Klimaschutzbeiträge im zugesagten Um-

⁴⁹³ Vgl. Sandler, T. (1998): S. 242.

⁴⁹⁴ Vgl. Ostrom, E. (1990): S. 42.

⁴⁹⁵ Für die Feststellung, dass dem Kollektivgut Klimaschutz die „Threshold“-Gut Aggregationstechnologie zugrundeliegt vgl. Kap. 3.3.3.

⁴⁹⁶ Vgl. Kap. 3.3.1.

fang zu leisten, nachkommen, weil aus individueller Sicht mit der Einhaltung der Zusage ein Nettovorteil der Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen verbleibt. Würde nur einer der Staaten seinen zugesagten Beitrag nicht leisten, könnte das Threshold-Gut nicht bereitgestellt werden und der Nutzen von Klimaschutz fiel nicht an. Das bedeutet, keiner der Staaten die der multilateralen Koalition angehörten, könnte eine Trittbrettfahrerposition einnehmen und die übrigen Staaten der Koalition ausbeuten. Zugesagte Beiträge nicht zu erbringen, wäre für kein Mitglied der Koalition eine ökonomisch attraktive Handlungsoption. Bezogen auf die in *Abbildung 3d* dargestellte Situation würde dies bedeuten, dass auf Basis einer Koalition von fünf Staaten das Gut Klimaschutz bereitgestellt werden könnte.⁴⁹⁷ Mithilfe des simultanen Mehrpersonen-Assurance-Spiels kann also gezeigt werden, dass es einer Koalition von Staaten gelingen kann, das Threshold-Gut Klimaschutz bereitzustellen, und dass die Situation der Bereitstellung stabil ist. Dass sich diese stabile Situation tatsächlich einstellt, kann allerdings ebenso wenig wie im Zwei-Personen-Fall des simultanen Assurance-Spiels vorhergesagt werden. Schließlich ist auch jene Situation stabil, in der überhaupt keine Beiträge zum Klimaschutz erbracht werden.

Diese Feststellung ändert sich, wenn sich die Staaten sequentiell zur Leistung von Beiträgen zum Klimaschutz entscheiden könnten. Wenn es sich beim anthropogenen Klimawandel um ein Schwellenphänomen handelt, könnte „Leadership“, d. h. die Führung durch einen Staat oder eine relativ homogene Gruppe von Staaten, zur Bereitstellung des erwünschten Gutes führen.⁴⁹⁸ Weil im Assurance-Game keine Trittbrettfahrerposition existiert, solange die Signifikanzschwelle der Bereitstellung nicht überschritten wird - da schlicht bei keinem Spieler Nutzen anfällt - könnte ein first mover von anderen nicht ausgenutzt werden.⁴⁹⁹ In einem sequentiellen Assurance-Spiel könnte das Vorgehen eines Spielers vielmehr dazu führen, dass ein Fokuspunkt etabliert wird. Damit würde für weitere Spieler die Handlung „Klimaschutzbeiträge leisten“ attraktiver als keine zu leisten, und zwar solange bis die Summe aller Beiträge ausreicht, die Signifikanzschwelle der Bereitstellung des Gutes zu überschreiten.⁵⁰⁰ Erst ab diesem Punkt kommen sowohl Beitragende als auch Nicht-Beitragende in den Genuss des bereitge-

⁴⁹⁷ Welche Staaten tatsächlich Mitglieder einer stabilen multilateralen Koalition zum Schutz des Klimas sein könnten, wird an dieser Stelle nicht untersucht. Die Beitrittsentscheidungen könnten auf Kosten-Nutzen-Überlegungen abstellen, die auf Ebene der Staaten angefertigt werden müssten. Regionale Klimastudien, die Auskunft über die potenziell zu erwartenden Auswirkungen von Klimaänderungen auf Länderebene geben sollen, könnten einen Teil der Grundlage bilden, auf deren Basis entsprechende Kosten-Nutzen-Rechnungen durchgeführt werden. Mögliche Kandidaten für die Koalition könnten jene Staaten sein, die bereits heute Klimaschutzmaßnahmen durchführen. Angesichts des wirtschaftlichen Wachstums von Ländern wie *China*, *Indien* oder *Brasilien* wäre es sicherlich zweckmäßig, wenn auch diese Staaten Teil der Koalition würden.

⁴⁹⁸ Vgl. *Sandler, T. (2004): S. 42*. Könnten sich die Spieler im Assurance-Spiel für den Zwei-Personen-Fall sequentiell entscheiden und hätte der first mover sich für die Beitragsleistung entschieden, wäre es für den zweiten Spieler in jedem Fall vorteilhaft, auf die Entscheidung des vorangehenden Spielers ebenfalls mit Kooperation zu reagieren.

⁴⁹⁹ Vgl. *Sandler, T. (2004): S. 93*.

⁵⁰⁰ Vgl. *Sandler, T. (2004): S. 94*. Vgl. hierzu auch *Bagnoli, M./McKee, M. (1991): S. 355*.

stellten Threshold-Gutes Klimaschutz. Für den first mover ist es allerdings mit einem Risiko verbunden, Beiträge zum Kollektivgut zu entrichten. Schließlich besteht die Möglichkeit, dass der Nutzen der Bereitstellung nicht realisiert wird, nämlich dann, wenn die erforderliche Summe an Beitragseinheiten nicht zusammenkommt. Wäre dies der Fall, stellen die Kosten der bereits erbrachten Beiträge einen Verlust für den first mover dar. Je geringer dieses Risiko ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Staat oder eine Gruppe von Staaten die Rolle des first movers einnimmt. Würden sich die Teilnehmer eines Abkommens darauf einigen, Beitragende zu kompensieren, falls die Summe aller Beiträge nicht ausreicht, um die Signifikanzschwelle zu überschreiten, könnte das Verlustrisiko für den first mover vermindert werden.

Jede Form der internationalen Zusammenarbeit souveräner Staaten, bei der es um die Bereitstellung von Kollektivgütern geht, steht vor diesem Problem der erstmaligen Bündelung gemeinsamer Interessen. Dabei kann beobachtet werden, dass die Verhandlungen über internationale Abkommen häufig mit einer kleinen Zahl teilnehmender Staaten beginnen, die sich auf die Erreichung eines gemeinsamen Ziels verständigen.⁵⁰¹ Die Homogenität einer solchen Gruppe beeinflusst den Erfolg der erstmaligen Bildung eines internationalen Abkommens erheblich.⁵⁰² Um die Attraktivität des Beitritts zu einem Abkommen zu erhöhen, und um die Teilnehmer des Abkommens davor zu bewahren, dass sie Kosten für die Durchführung von Vermeidungsmaßnahmen aufwenden, ohne dass es insgesamt zur Überschreitung der erforderlichen Signifikanzschwelle einer Summe von Beiträgen kommt, enthalten die meisten internationalen Umweltabkommen Mindestteilnahmebedingungen, die erfüllt sein müssen, damit ein Abkommen überhaupt in Kraft tritt.⁵⁰³

Mithilfe der spieltheoretischen Analyse kann gezeigt werden, dass das Zustandekommen eines stabilen und wirksamen Klimaschutzabkommens durch eine Koalition von willigen und fähigen Staaten möglich ist. Würde Klimaschutz von der skizzierten multilateralen Koalition von Staaten bereitgestellt, ergäben sich allerdings spezielle Probleme der unvollständigen Kooperation im internationalen Klimaschutz. Diese Probleme deuten sich auch bereits heute im Rahmen der Durchführung der international unkoordinierten unilateralen Klimaschutzpolitiken an: Solange nicht alle Staaten an einem Klimaabkommen teilnehmen, kann es zu Emissionsverlagerungen kommen, die in der Lage sind, die Erreichung des Klimaschutzziels zu unterminieren.

⁵⁰¹ So startete das *Montreal-Protokoll*, in dem sich die beteiligten Staaten auf den Schutz der Ozonschicht verständigten, mit einer Anzahl von elf Staaten. Heute sind nahezu sämtliche Staaten der Welt Mitglieder dieses erfolgreichen internationalen Abkommens, vgl. Sandler, T. (2004): S. 95.

⁵⁰² Vgl. Sandler, T. (2004): S. 96.

⁵⁰³ Vgl. Sandler, T. (2004): S. 93 oder Barrett, S. (2005): S. 254 ff.

3.3.5 Das Carbon Leakage-Phänomen bei unvollständiger internationaler Kooperation im Klimaschutz

Weil mit klimapolitischen Maßnahmen versucht wird, den vom Menschen verursachten Anstieg der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen abzuschwächen, beinhaltet Klimaschutzpolitik auf Ebene von Staaten als Ziel zumeist eine Begrenzung der nationalen Treibhausgasemissionen. Mit dieser Begrenzung wird beabsichtigt, die in die Atmosphäre eingetragene Immissionsmenge an Treibhausgasen zu reduzieren. Klimawirksam ist eine nicht emittierte Menge an Treibhausgasen nämlich nur dann, wenn damit auch eine Reduktion der Immissionsmenge an Treibhausgasen einhergeht. Das bedeutet, das Erreichen eines nationalen Emissionsmengenziels ist für die Beurteilung, ob davon tatsächlich ein Beitrag für den internationalen Klimaschutz ausgeht, nicht hinreichend. Wenn nicht in allen Staaten Klimaschutzpolitik betrieben wird, ist es für diese Beurteilung notwendig zu wissen, ob das Erreichen der jeweiligen nationalen Emissionsmengenziele auf durchgeführte Vermeidungsmaßnahmen zurückzuführen ist oder auf Emissionsverlagerungen. Finden aufgrund klimapolitischer Regulierung Verlagerungen von Treibhausgasemissionen aus klimapolitisch regulierten Staaten in klimapolitisch nicht regulierte Staaten statt, spricht man von Carbon Leakage.⁵⁰⁴ Voraussetzung für das Auftreten von Leakage-Effekten ist, dass die klimapolitisch unterschiedlich regulierten Länder über Handelsbeziehungen oder internationale Märkte miteinander verflochten sind. Als Maß für die Stärke des Leakage-Effektes dient die relative Leakage-Rate. Damit wird das Verhältnis von Reduktionsleistungen im klimapolitisch regulierten Inland zu ausgelösten Emissionsanstiegen im nicht regulierten Ausland dargestellt.

Die Leakage-Rate kann Werte von unter bis über 100 % annehmen. Das bedeutet, der ausgelöste Emissionsanstieg im nicht regulierten Ausland kann eine bewirkte Emissionsabsenkung im regulierten Inland teilweise oder vollständig kompensieren; ebenso möglich ist, dass eine Emissionsreduktion überkompensiert wird.⁵⁰⁵ Eine Leakage-Rate von bspw. 25 % bedeutet, dass einer Reduktion von Treibhausgasemissionen im Inland um vier Einheiten CO_{2eq} ein Anstieg von einer Einheit CO_{2eq} im Ausland gegenübersteht. Beträgt die Leakage-Rate 100% wird im nicht regulierten Ausland eine zusätzliche Menge an Treibhausgasen emittiert, die der im Inland eingesparten genau entspricht. Eine Rate von 125 % zeigt an, dass eine Absenkung von vier Einheiten CO_{2eq} im Inland eine Zunahme von fünf Einheiten CO_{2eq} im Ausland bewirkt.⁵⁰⁶

⁵⁰⁴ Als Carbon Leakage wird jede Zunahme an Emissionsaktivität in einem klimapolitisch nicht regulierten Staat bezeichnet, die sich als Folge der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen ergibt, vgl. *Barker, T./Bashmakov, I. et al. (2007): S. 665.*

⁵⁰⁵ Vgl. *Barker, T./Bashmakov, I. et al. (2007): S. 666.*

⁵⁰⁶ Zu einer solchen Überkompensation könnte es kommen, wenn im klimapolitisch regulierten Inland weitere kostenträchtige Regulierungen vorgenommen werden, die ebenfalls Einfluss auf die emittierten Mengen Treibhausgase nehmen. Nach einer Emissionsverlagerung bräuchten, je nach Stand der

Bei positiven Leakage-Raten wird das nationale Klimaziel sozusagen nur auf dem Papier erreicht, während von der klimapolitischen Regulierung kein oder lediglich ein geringerer als beabsichtigter tatsächlicher ökologischer Effekt ausgeht. Carbon Leakage beeinträchtigt demnach die ökologische Effizienz des klimapolitischen Mitteleinsatzes. Man könnte auf Deutsch zutreffend übersetzen, dass das installierte klimapolitische Regulierungssystem ein „Kohlenstoff-Leck“ aufweist. Grund für diese Verlagerung von Treibhausgasemissionen ist der Umstand, dass mit jeder Form klimapolitischer Regulierung ein Eingriff in die Marktpreisbildung von fossilen Rohstoffen, Gütern und Dienstleistungen einhergeht, der Anpassungsreaktionen bei den Marktteilnehmern auslöst.⁵⁰⁷ Die Anpassungsreaktionen, die zu Carbon Leakage führen, lassen sich danach unterscheiden, ob sie auf Energierohstoffmärkten oder auf Güter- und Faktormärkten erfolgen. Mit dieser Einordnung wird der Mechanismus bzw. der sog. Wirkungskanal des Leakage-Effektes identifiziert.⁵⁰⁸

Wirkt Carbon Leakage über Märkte für Energierohstoffe, kann man auch von angebotsseitigem Leakage sprechen, denn entscheidend für diesen Wirkungskanal ist die Reaktion der Anbieter auf den weltweiten Märkten für Energierohstoffe.⁵⁰⁹ Es sei z. B. angenommen, dass sich eine stabile Koalition von Staaten, die willens und fähig wären Klimaschutz bereitzustellen, gebildet habe, und dass diese Koalition nicht alle Staaten der Erde umfasse. Diese Staaten hätten sich auf ein gemeinsames Klimaschutzziel geeinigt und sich zur Einhaltung von bestimmten nationalen Emissionsobergrenzen verpflichtet. Um das gemeinsame Ziel zu erreichen, wäre es an den jeweiligen Staaten, klimapolitische Maßnahmen zu implementieren, mit denen die Wirtschaftssubjekte, die innerhalb der Landesgrenzen wirtschaften, zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen bewegt würden. Unabhängig davon, welche umweltpolitischen Instrumente eingesetzt würden und wie effizient diese wären, hätte der Instrumenteneinsatz zur Folge, dass sich der Preis für

Umweltregulierung am neuen Emissionsstandort, entsprechende Regulierungen ebenfalls nicht eingehalten werden. Die Treibhausgasemissionen lägen dann höher als zuvor.

⁵⁰⁷ Eine ökonomische Diskussion zu Eingriffsmöglichkeiten, -intensitäten und -folgen im Rahmen nationaler Klimapolitik wird in Kap. 4 geführt.

⁵⁰⁸ Vgl. *Felder, S./Rutherford, T. F. (1993)*: S. 162. Gründe, Wirkungskanäle und Ausmaß von Carbon Leakage werden in der ökonomischen Literatur intensiv diskutiert. Vgl. hierzu *Babiker, M. H. (2005)*, *Copeland, B. /Taylor, S. (2005)*, *Eichner, T./Pethig, R. (2011)*, *Felder, S./Rutherford, T. F. (1993)*, *Gerlagh, R. O./Kuik, O. (2007)*, *Golombek, R./Hagem, C./Hoel, M. (1995)*, *Hoel, M. (1991)*, *Paltsev, S. V. (2001)* oder *Sinn, H.-W. (2008a und b)*. Die Autoren beschreiben unterschiedliche Wirkungskanäle des Carbon Leakage und deren Bestimmungsfaktoren.

⁵⁰⁹ Vgl. *Eichner, T./Pethig, R. (2011)*: S. 768. Beschrieben und analysiert werden angebotsseitige Leakage-Effekte u. a. von *Gürtzgen, M./Rauscher, M. (2000)*: S. 59, *Hoel, M. (2001)*: S. 5, *Jones, T./Oliveira Martins, J. (2001)*: S. 69. Für eine umfangreiche Analyse siehe *Sinn, H.-W. (2008a)*: S. 320 ff. oder *Sinn, H.-W. (2008b)*: S. 113 ff. Grundlegend für die Analyse angebotsseitiger Leakage-Effekte sind Arbeiten zur Bestimmung des optimalen Extraktionspfades nicht erneuerbarer Ressourcen. Ohne Regulierung sind die Extraktionspfade unter bestimmten Bedingungen zu steil, weil negative Externalitäten von den Ressourceneignern nicht berücksichtigt werden. Vgl. hierzu u. a. *Sinn, H.-W. (1982)*, *Sinclair, P. J. N. (1994)*, *Hoel, M./Kverndokk, S. (1996)*, *Farzin, Y. H. (1996)*, *Rubio, S./Escriche, L. (2001)*.

Treibhausgasemissionen im regulierten Inland erhöhen würde.⁵¹⁰ Dies führte bei Unternehmen, die innerhalb der Landesgrenzen Treibhausgase emittieren, zu höheren Produktionskosten als dies ohne klimapolitische Regulierung der Fall wäre. Wäre den Produzenten eine Überwälzung der höheren Produktionskosten möglich und wäre die Nachfrage nach den entsprechend teurer produzierten Gütern nicht vollkommen unelastisch, ginge die Nachfrage nach den emissionsintensiven Gütern zurück. Die abgesetzte Menge an Gütern sowie die Unternehmensgewinne würden sinken. Wäre den Produzenten eine Überwälzung nicht möglich, reduzierte sich der Unternehmensgewinn unmittelbar um die Höhe der nicht überwälzbaren regulierungsbedingten Kosten. Vor diesem Hintergrund hätten Unternehmen den Anreiz, fossile Energie innerhalb des Produktionsprozesses effizienter einzusetzen, um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Lägen die dazu nötigen Grenzvermeidungskosten pro t CO₂ unterhalb der regulierungsbedingten Kosten für eine t CO₂, würde das Unternehmen die Nachfrage nach Energie entsprechend verringern.

Würden die eingesetzten Instrumente diese beschriebene Wirkung entfalten, und wäre die Koalition von Staaten, die Klimaschutzmaßnahmen umsetzen, groß genug, käme es weltweit zu einer insgesamt geringeren Nachfrage nach fossilen Energierohstoffen auf den internationalen Energiemärkten als dies ohne die klimapolitische Regulierung der Fall wäre.⁵¹¹ In der Folge sanken c. p. die Marktpreise für fossile Rohstoffe.⁵¹² Die gesunkenen Marktpreise führten dazu, dass sich Unternehmen in klimapolitisch nicht regulierten Staaten günstiger mit fossilen Rohstoffen versorgen könnten. Die Nachfrage nach fossilen Energierohstoffen aus klimapolitisch nicht regulierten Staaten stiege c. p. ebenso wie die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen insgesamt an.⁵¹³ Inwieweit die Vermeidungsmaßnahmen in den Staaten der Klimaschutzkoalition zu einer tatsächlichen Reduktion von Treibhausgasemissionen führen würden, hinge u. a. von der Preiselastizität der Nachfrage ab und davon, wie stark der Nachfrageanstieg nach fossilen Energierohstoffen im klimapolitisch nicht regulierten Rest der Welt im Vergleich zum Nachfragerückgang aus den Koalitionsstaaten ausfiele. Bei jeder auf diesem Weg induzierten Zunahme der Menge an Treibhausgasemissionen in klimapolitisch nicht regulierten Ländern handelte es sich jedenfalls um Carbon Leakage. In welchem Umfang es zu Carbon Leakage käme, hinge zudem

⁵¹⁰ Eine Beschreibung der verschiedenen, zur Verfügung stehenden Instrumente in der Klimapolitik und eine Analyse in Bezug auf deren Effizienz erfolgt in Kap. 4.

⁵¹¹ Die Bedingung, dass die multilaterale Koalition zum Schutz des Klimas groß genug ist, diese Wirkung zu entfalten, ist annahmegemäß erfüllt.

⁵¹² Für das Argument, dass sich bei ausbleibender Nachfrage aus den Staaten, die einem Klimaschutzabkommen angehören, das nicht alle Länder der Erde umfasst, die Nachfrage nach fossilen Rohstoffen auf den internationalen Energiemärkten abnimmt, vgl. Sinn, H.-W. (2008b): S. 115.

⁵¹³ Vgl. Sinn, H.-W. (2008b): S. 116.

auch von der Preiselastizität des Angebots ab.⁵¹⁴ Dabei gilt, je unelastischer das Angebot, desto stärker ausgeprägt ist der Leakage-Effekt.⁵¹⁵

Wirkt Carbon Leakage über Güter- und Faktormärkte, kann man von nachfrageseitigem Leakage sprechen, denn es wird von politischen Maßnahmen ausgelöst, deren Ziel es ist, die Nachfrage nach fossilen Brennstoffen zu reduzieren. Nachfrageseitiges Leakage bedeutet, dass Emittenten von Treibhausgasen einer klimapolitischen Regulierung durch Verlagerung von Produktionsstandorten ins nicht regulierte Ausland ausweichen.⁵¹⁶ Den im regulierten Inland zu verzeichnenden Emissionsrückgängen stehen dann unmittelbar ansteigende Emissionen im nicht regulierten Ausland gegenüber.⁵¹⁷

Nachfrageseitiges Leakage ist dann zu erwarten, wenn nur ein Teil aller weltweit möglichen Standorte, die sich für die Produktion international handelbarer Güter eignen, direkt oder indirekt von Kosten verursachenden Regulierungen bzgl. der Emission von Treibhausgasen betroffen sind.⁵¹⁸ Unternehmen, die international handelbare Güter produzieren, und damit einhergehend Treibhausgase emittieren, können dann ein Interesse daran haben, durch Abwanderung den regulierungsbedingten Teil der Produktionskosten zu senken. Dieses Interesse wird vornehmlich durch den herrschenden Wettbewerbs- und Kostendruck ausgelöst. Stehen die regulierten Unternehmen mit ihren Produkten und Dienstleistungen in Konkurrenz zu ausländischen, die keine klimapolitisch induzierten Kosten zu tragen haben, sinkt tendenziell die Wettbewerbsfähigkeit der im regulierten Inland produzierenden Unternehmen. Gleichzeitig steigt die relative Wettbewerbsfähigkeit der im nicht regulierten Ausland produzierenden Unternehmen.⁵¹⁹ Wie bereits im Fall Angebotsseitigen Leakages erläutert, bedeutet nämlich die Umsetzung von klimapolitischen Maßnahmen, dass sich für inländisch produzierende Unternehmen, die zugleich Emittenten von Treibhausgasen sind, die Produktionskosten regulierungsbedingt

⁵¹⁴ Vgl. Sinn, H.-W. (2008b): S. 114.

⁵¹⁵ Reagierte das Angebot vollkommen unelastisch auf Nachfrageänderungen nach fossilen Energierohstoffen, würde die Leakage-Rate 100 % betragen. Denn jeder regulierungsbedingte Nachfragerückgang würde lediglich zu einer Absenkung des markträumenden Preises einer fixen auf dem Weltmarkt angebotenen Menge an Energierohstoffen führen. Vgl. hierzu Sinn, H.-W. (2008b): S. 115. In seinem Papier setzt sich Sinn umfassend mit dem Problem des Angebotsseitigen Leakages u. a. auch auf Basis einer graphischen Analyse auseinander. Ob und in welchem Umfang es tatsächlich zu Carbon Leakage kommt, ist daneben auch von weiteren Faktoren abhängig. Vgl. hierzu Eichner, T./Pethig, R. (2011): S. 788. Im Gegensatz zum nachfrageseitigen Carbon Leakage, das im nachfolgenden Abschnitt der vorliegenden Arbeit behandelt wird, stellt Angebotsseitiges Leakage keinen Schwerpunkt der weiteren Betrachtung dar. Daher unterbleibt an dieser Stelle eine tiefergehende Analyse des an der Angebotsseite ansetzenden Phänomens.

⁵¹⁶ Vgl. u. a. Paltsev, S. V. (2001), Felder, S./Rutherford, T. F. (1993), Babiker, M. H. (2005) oder Gerlagh, R. O./Kuik, O. (2007). Die Autoren beschreiben und modellieren nachfrageseitiges Leakage und diskutieren dessen Bestimmungsfaktoren.

⁵¹⁷ Vgl. Reinaud, J. (2004): S. 17.

⁵¹⁸ Vgl. Hourcade, J./Neuhoff, K./Sato, M./Demailly, D. (2007): S. 13 f.

⁵¹⁹ Unter dem Begriff der Wettbewerbsfähigkeit wird in dieser Arbeit die Fähigkeit eines Unternehmens verstanden, unter herrschendem Wettbewerbsdruck Profite erwirtschaften zu können.

erhöhen. Sind die Grenzkosten der Vermeidung von Treibhausgasen höher als die zusätzlichen Produktionskosten pro Stück, die sich infolge einer Verlagerung von Produktionsstätten ins Ausland ergeben würden, ist die Abwanderung c. p. eine betriebswirtschaftlich vorteilhafte Entscheidung.⁵²⁰ Umsatzeinbußen sind mit der Verlagerung der Produktions- und damit einhergehenden Emissionsaktivitäten nicht zwingend verbunden, schließlich könnten die im nicht regulierten Ausland produzierten Güter in das regulierte Inland zurück exportiert werden.⁵²¹ Die Stärke des Anreizes, der Regulierung auf diesem Weg auszuweichen, hängt von einigen unmittelbar emissionsrelevanten Faktoren ab.⁵²² Je größer bspw. der Energiekostenanteil an den gesamten Stückkosten oder je emissionsintensiver die Produktion ist, desto relativ stärker wirkt sich eine regulatorisch bedingte Kostensteigerung auf die Wettbewerbsfähigkeit aus und umso stärker ist der Abwanderungsanreiz. Je höher die Grenzvermeidungskosten sind, die aufgewendet werden müssten, um energiesparender und emissionsärmer produzieren zu können, desto eher ist mit einer Abwanderung zu rechnen. Je elastischer die Nachfrage auf Angebotspreissteigerungen reagiert, umso weniger sind die Produzenten in der Lage, die Produktionskosten zu überwälzen. Auch die Höhe der Kosten, die den Emittenten infolge der klimapolitischen Regulierung auferlegt werden, hat Einfluss auf die Abwanderungsentscheidung. Schließlich führt die Abwanderung nicht ausschließlich zu einer Senkung von regulierungsbedingten Produktionskosten, sondern sie verursacht auch Abwanderungskosten, die mit den Kosten der Regulierung verglichen werden. Die Abwanderungskosten sind umso höher, je immobilere die Wirtschaftssubjekte sind oder je spezifischer ihr Anlagekapital ist.⁵²³ Ebenso nehmen wichtige klimapolitische Grundsatzentscheidungen bedeutenden Einfluss auf die Abwanderungsentscheidung. Dazu zählen, neben dem Instrumenteneinsatz, insbesondere der Grad der internationalen Einbindung der nationalen Klimaschutzpolitik und die Höhe des Anspruchs an das nationale Emissionsmengenziel.⁵²⁴

⁵²⁰ Selbstverständlich können in der Realität die regulierungsbedingten Kosten, welche von der klimapolitischen Regulierung ausgehen, nicht isoliert betrachtet werden, wenn Aussagen über die tatsächliche, konkrete Gefahr der Abwanderung von einzelnen Unternehmen und Produktionsstätten formuliert werden. Vgl. *Mohr, L./Graichen, V./Schumacher, K. (2009): S. 8 und 32.* Die hier getätigten Aussagen zum Anreiz der Verlagerung von Produktionsstätten ins Ausland sind, wohlwissend um die Existenz weiterer entscheidungsrelevanter Einflussgrößen, ceteris paribus zu verstehen. D. h., sämtliche anderen Parameter, die bei der Standortwahl von Produktionsstätten eine Rolle spielen, seien konstant. Für eine Übersicht über verschiedene Standortfaktoren siehe *Sprenger, R. (2001): S. 109.*

⁵²¹ Das bedeutet, von klimapolitischer Regulierung könnte eine Intensivierung der internationalen Handelsaktivitäten ausgelöst werden, was wiederum, aufgrund des verstärkten Transportaufkommens und insbesondere wegen der ansteigenden Treibhausgasemissionen, zu einem insgesamt größeren Umfang an negativen externen Effekten führen könnte. Vgl. *Sprenger, R. (2001): S. 113.*

⁵²² Für eine Übersicht über unmittelbar emissionsrelevante Faktoren siehe *Dröge, S. (2009): S. 22.*

⁵²³ Ein hoher Grad an Immobilität kann sich bspw. aus einem hohen Grad an Anlagenspezifität ergeben. Zum Begriff der Anlagenspezifität siehe grundlegend *Williamson, O. E. (1975).*

⁵²⁴ Der Grad der internationalen Einbindung bestimmt die Kosten der Klimaschutzregulierung in anderen eingebundenen Staaten. Die Höhe des Anspruches, der bei der Formulierung eines nationalen Emissionsreduktionszieles zugrundegelegt wurde, bestimmt die Menge zu reduzierender Treibhausgasemissionen und damit die Kosten der Emissionsvermeidung. Die Art des eingesetzten Regulie-

Nicht jede Form von Emissionsverlagerung führt unmittelbar zu Carbon Leakage. Die Klimawirksamkeit ist davon abhängig, zwischen welchen Ländern es zu Emissionsverlagerungen kommt. Wären beide involvierten Länder, sowohl ein Land A, aus welchem ein Unternehmen abwandert, als auch ein Land B, in welches das Unternehmen seine Produktion verlagert, Mitglieder der an anderer Stelle skizzierten Koalition von Staaten, die Klimaschutz betreiben, wäre eine Emissionsverlagerung nicht unmittelbar klimaschädlich.⁵²⁵ Solange im Land B die absolute Emissionsbegrenzung eingehalten wird haben solche Emissionsverlagerungen lediglich negative ökonomische Wohlfahrtseffekte für das Land zur Folge, aus dem ein Unternehmen abwandert.⁵²⁶ Das verfolgte Ziel der gemeinsamen Emissionsreduktion bliebe von der Verlagerung unberührt.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle erwähnt, dass in der Literatur auch sog. negative Kanäle des Carbon Leakage diskutiert werden, die nicht Gegenstand weiterer Betrachtungen sind. Denn hierbei handelt es sich im Wesentlichen um Grenzfälle, bei denen zumeist mit realitätsfernen Annahmen entsprechend „überraschende“ Ergebnisse produziert werden.⁵²⁷ Negative Leakage-Raten sind unter bestimmten Bedingungen aufgrund von Technologie-Diffusion zu erwarten. Denn regulatorisch angestoßene technologische Neuerungen können auch im nicht regulierten Ausland Anwendung finden und dort zu sinkenden Treibhausgasemissionen führen.⁵²⁸ Und auch mit Bezug auf die sog. Porter-Hypothese wird auf die mögliche Existenz von negativen Leakage-Effekten hingewiesen.⁵²⁹

Sowohl im Rahmen theoretischer als auch empirischer Wirtschaftsforschung kann die Aussage, dass Carbon Leakage die ökologische Effizienz des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes ne-

rungsinstruments bestimmt, ob das Ziel überhaupt erreicht werden kann, und nimmt Einfluss auf die Höhe der Vermeidungskosten. Eine detaillierte Analyse des Instrumenteneinsatzes wird in Kap. 4 vorgenommen.

⁵²⁵ Gründe für eine solche Emissionsverlagerung können unterschiedlich hohe Vermeidungskosten sein, die auf unterschiedlich ambitionierte nationale klimapolitische Ziele oder auf die Art des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes zurückgeführt werden können.

⁵²⁶ Hierzu zählen alle mit einem Wechsel des Produktionsstandorts verbundenen Auswirkungen, wie bspw. der Rückgang der inländischen Wertschöpfung, Produktions- und Beschäftigungsrückgänge im Inland, die Abnahme des Warenexports, die Zunahme des Warenimports oder die Zunahme des Kapitalexportes.

⁵²⁷ Dies ist bspw. bei Gürtzgen, M./Rauscher, M. (2000) der Fall. Die Autoren zeigen, wenn es sich bei den regulierten Unternehmen um Monopole handelt, dass sich Annahmekonstellationen finden lassen, unter denen die Regulierung zu geringeren Gewinnen und zu einem geringeren Zinsniveau im regulierten Inland führen. Dabei sinkt das Zinsniveau annahmegemäß stärker als der Gewinnrückgang, so dass es in der Folge für ausländische Unternehmen attraktiv ist, ihren Produktionsstandort ins regulierte Inland zu verlagern.

⁵²⁸ Für eine nähere Beschreibung des Effektes der Technologie-Diffusion vgl. bspw. Frankel, J. A. (2003): S. 14, Schulze, G./Ursprung, H. (2001): S. 52 f. oder Jones, T./Oliveira Martins, J. (2001): S. 62. Für die Erkenntnis, dass sich aufgrund der Technologie-Diffusion Leakage-Raten verringern könnten, vgl. u. a. Gerlagh, R. O./Kuik, O. (2007): S. 18 oder Di Maria, C./van der Werf, E. (2006): S. 69.

⁵²⁹ Die Porter-Hypothese postuliert einen Zusammenhang zwischen strengeren Umweltauflagen für produzierende Unternehmen und einer damit einhergehenden steigenden internationalen Wettbewerbsfähigkeit aller von der umweltpolitischen Regulierung betroffenen Unternehmen. Vgl. Porter, M./van der Linde, C. (1995). Eine Literaturübersicht bietet Schulze, G./Ursprung, H. (2001): S. 51 f.

gativ beeinträchtigt, belegt werden. Bislang sind aber von den gegenwärtigen klimapolitischen Regulierungen keine größeren Beeinträchtigungen der Wettbewerbsfähigkeit ausgegangen.⁵³⁰ Dieser Zusammenhang kann insofern nicht überraschen, als dass bislang auch kaum nennenswerte Erfolge bei der Bereitstellung von Klimaschutz zu verzeichnen sind.⁵³¹ Trotzdem lassen sich positive Carbon Leakage-Raten quantifizieren. Im Rahmen der Beurteilung der ökologischen Wirksamkeit der Umsetzung des *Kyoto-Protokolls* werden in verschiedenen Modellen und Studien Carbon Leakage-Raten abgeschätzt. Die Ergebnisse im oberen Bereich liegen um 20 % und im unteren Bereich bei 2 - 5 %.⁵³² Allerdings wird in den entsprechenden Modellen die Möglichkeit der Abwanderung von energieintensiven Industrien systematisch unterschätzt.⁵³³ Werden Skaleneffekte, unvollständiger Wettbewerb und Marktmacht in den Modellen berücksichtigt, sind Leakage-Raten von über 100 % möglich.⁵³⁴ Das würde bedeuten, dass die im klimapolitisch regulierten Inland zu verzeichnenden Emissionsreduktionen von der Zunahme im nicht regulierten Ausland überkompensiert werden.

In welchem Umfang Carbon Leakage zu erwarten wäre, sollte es zu der in dieser Arbeit skizzierten stabilen multilateralen Staatenkoalition zum Schutz des Klimas kommen, kann nicht prognostiziert werden. Dazu wäre Wissen über den tatsächlichen Teilnehmerkreis, die internationalen Handelsbeziehungen der koalierenden Staaten, die Produktionsstrukturen in den teilnehmenden Staaten, die Handelsverflechtungen untereinander und die Art der eingesetzten klimapolitischen Instrumente notwendig. Sobald sich die Bildung einer entsprechenden Koalition andeutet, könnten die für eine Prognose erforderlichen Informationen zusammengestellt werden. Es lässt sich allerdings bereits jetzt konstatieren, dass „Carbon Leakage“ ein systematisches Problem für die ökologische Zielerreichung darstellt, sollte sich eine solche Staatenkoalition zum Schutz des Klimas bilden. Denn die regulierten Wirtschaftssubjekte wären stets in der Lage, sich dem klimapolitischen Instrumenteneinsatz durch Emissionsverlagerung zu entziehen.

⁵³⁰ Vgl. Hourcade, J./Neuhoff, K./Sato, M./Demailly, D. (2007): S. 14. Dies liegt so die Autoren u. a. daran, dass die klimapolitischen Belastungen, die Unternehmen aufgebürdet werden, bislang relativ gering sind und es zum Teil zu Ausgestaltungen von klimapolitischen Instrumenten kam, mit denen die regulierten Unternehmen zusätzliche Gewinne, sog. „windfall profits“, erwirtschaften konnten.

⁵³¹ Zudem gibt es bei den bislang umgesetzten Maßnahmen, die u. a. Einfluss auf die Treibhausgasemissionen nehmen können, wie zum Beispiel die in *Deutschland* eingeführte „Ökosteuer“, bereits zahlreiche Ausnahmeregelungen für Unternehmen, die im internationalen Wettbewerb stehen. Mit den Ausnahmeregelungen sollen die von den regulierungsbedingten Kosten ausgehenden Wettbewerbsbehinderungen abgemildert werden.

⁵³² Vgl. Gerlagh, R. O./Kuik, O. (2007): S. 9. Die Autoren stellen die Ergebnisse verschiedener Modelle und Studien übersichtlich dar. Einen Überblick über die Ergebnisse verschiedener Studien bieten auch Barker, T./Bashmakov, I. et al. (2007): S. 622 und S. 665 f.

⁵³³ Vgl. Babiker, M. H. (2005): S. 422. U. a. hängen die geringen Raten in den entsprechenden Studien eng mit der Annahme eines stark preiselastischen Kohleangebots zusammen, damit geht man dort von großer Substituierbarkeit der einsetzbaren Energieträger aus.

⁵³⁴ Vgl. Babiker, M. H. (2005): S. 422 f. Abhängig von der vorherrschenden industriellen Struktur sind unter der derzeitigen Klimarahmenkonvention lt. Babiker Leakage-Raten zwischen 50 % und 130 % möglich. Vgl. Babiker, M. H. (2005): S. 441.

Fände eine vollständige Verlagerung von Emissionsaktivitäten statt, stünde den Emissionsreduktionen in den regulierten Staaten ein gleich hoher Mehrausstoß von Treibhausgasen in den nicht regulierten Staaten gegenüber. Da sich mit den Emissionen der wirtschaftliche Wertschöpfungsakt, der die Emissionen auslöst, gleichermaßen verlagern würde, sänke mit den nationalen Treibhausgasemissionen auch die Wohlfahrt in den klimapolitisch regulierten Staaten. Läge die Leakage-Rate bei 100 %, wäre man im Ergebnis trotz umgesetzter Klimaschutzmaßnahmen und der Erreichung der nationalen Klimaschutzziele in den jeweiligen Koalitionsstaaten dem internationalen Klimaschutz keinen Schritt näher gekommen, hätte jedoch unmittelbar negative Wohlfahrtseffekte in den Staaten der Klimaschutzkoalition zu verantworten.⁵³⁵ Je nach dem, in welchem Ausmaß es zu Carbon Leakage-Effekten infolge der Umsetzung der international vereinbarten nationalen Klimaschutzbeiträge kommt, kann die ökologische Wirksamkeit aller erbrachten Klimaschutzbeiträge sämtlicher Mitglieder der multilateralen Koalition zum Schutz des Klimas gefährdet sein. Wären bspw. alle zugesagten nationalen Klimaschutzbeiträge notwendig, um das gemeinsame Emissionsminderungsziel zu erreichen und würden in keinem Mitgliedstaat mehr als die vereinbarten Beiträge geleistet, dürfte es nicht in einem Mitgliedsstaat zu Carbon Leakage-Effekten kommen. Denn würden nur in einem Mitgliedstaat die nationalen Emissionsreduktionen infolge von Carbon Leakage unterminiert, könnte die Bereitstellungsschwelle, ab der die von der Koalition insgesamt erbrachten Klimaschutzbeiträge klimatisch wirksam werden, nicht überschritten werden. Das gemeinsame Klimaschutzziel würde nicht erreicht und der Klimawandel würde sich vollziehen. D. h., in den Staaten, in denen Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden, wären dann neben den Kosten für die Umsetzung von Vermeidungsmaßnahmen auch die Kosten für die Anpassung an den Klimawandel zu tragen.

Auch wenn die Feststellung zutrifft, dass nur ein umfassendes weltweites Klimaregime resp. ein „lückenloses Nachfragekartell“⁵³⁶ nach fossilen Brennstoffen die Carbon Leakage-Problematik vollständig auflösen könnte, ist es – auch aus ökonomischer Sicht – unbefriedigend, mit dieser

⁵³⁵ Unabhängig von dem in dieser Arbeit diskutierten Zusammenhang zwischen klimapolitischer Regulierung und der Wettbewerbsfähigkeit regulierter Unternehmen werden ähnliche Fragestellungen zu den Auswirkungen von anderen umweltpolitischen Regulierungen bereits seit längerem in den Wirtschaftswissenschaften unter Begriffen wie „Capital Flight Hypothesis“, „Industrial Flight Hypothesis“, „Pollution Haven Hypothesis“ oder „Ecological Dumping“, diskutiert. Vgl. grundlegend *Markusen, J. (1975)*. Die zwei zuerst genannten Begriffe stecken das Themenfeld ab, in dem es um den Abwanderungsanreiz aus Sicht des Unternehmens im regulierten Inland geht. Die beiden zuletzt genannten Begriffe beziehen sich auf den Anreiz von Staaten, entsprechend niedrige regulatorische Standards zu setzen, um „schmutzige“ Industrien anzulocken. Vgl. hierzu *Schulze, G./Ursprung, H. (2001): S. 58*. Im Unterschied zum Phänomen des anthropogenen Klimawandels geht es in diesem Zweig der Umweltökonomik vornehmlich um regional begrenzte Auswirkungen von Umweltbelastungen, d. h. um Emissionsverlagerungen, die auch zu einer Verlagerung von Immissionen führen. Einen Literaturüberblick bietet *Dean, J. M. (1992)*. Siehe zu diesem Themenkomplex auch *Frankel, J. A. (2003)*, der sich mit der grundlegenden Frage beschäftigt, ob eine zunehmende Intensität internationaler Handelsbeziehungen zu einem „race to the bottom“ in der Umweltpolitik führt. Vgl. hierzu auch die Arbeiten von *Rauscher, M. (2003)* und *Rauscher, M. (1994)*.

⁵³⁶ *Sinn, H.-W. (2008a): S. 417.*

Anmerkung die Behandlung des Themas zu beschließen. Erstens ist nämlich das Zustandekommen eines alle Länder umfassenden Abkommens, wie es im Rahmen der ökonomischen Analyse dargestellt werden konnte, nicht zu erwarten. Zweitens konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass die Bereitstellung von Klimaschutz mit einer Gruppe von kooperierenden Staaten, die nicht alle Staaten der Erde umfasst, durchaus möglich ist. Drittens werden in einer Vielzahl von Ländern Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt, wenngleich deren Umfang noch nicht ausreicht, das Klima, so wie es im Holozän vorherrscht, für die nächste Zukunft aufrechtzuerhalten. Es lässt sich aber zumindest erkennen, dass in den entsprechenden Ländern ein Interesse an der Bereitstellung von Klimaschutz besteht. Diese Länder könnten gemeinsam den „Kern“ bilden, um den herum die Koalition der Willigen und Fähigen entsteht, der die Bereitstellung des Threshold-Gutes Klimaschutz gelingen kann.

Angesichts der vorgetragenen Analyse und vor dem Hintergrund des Status quo der internationalen Klimaschutzpolitik stellt sich die Frage, was aus ökonomischer Sicht getan werden sollte, wenn mit einem verabschiedeten Klimaschutzabkommen kein „lückenloses Nachfragekartell“ nach fossilen Rohstoffen zustande kommt. Insbesondere gilt es zu klären, ob und wie die Carbon Leakage-Gefahr auf instrumenteller Ebene reduziert werden kann. D. h., weil Carbon Leakage und die mit der Abwanderung industrieller Produktionskapazitäten einhergehenden negativen Wohlfahrtseffekte systematische Risiken entsprechender klimapolitischer Ansätze darstellen, sind sie bei der Maßnahmendurchführung und -kontrolle zu berücksichtigen. Konkret bedeutet dies, dass zu untersuchen ist, mit welchen klimapolitischen Instrumenten die Carbon Leakage-Gefahr abgeschwächt werden könnte und wie diese Instrumente ausgestaltet sein müssten. Verschiedene Ansätze, mögliche angebotsseitige Leakage-Effekte abzuschwächen, diskutiert insbesondere Sinn.⁵³⁷ Die entsprechenden Ansätze Sinns sind allerdings nicht Gegenstand dieser Arbeit. Vielmehr werden in den folgenden Kapiteln 4 und 5 mögliche klimapolitische Instrumente und deren Ausgestaltungsoptionen diskutiert, mit denen nachfrageseitiges Carbon Leakage abgeschwächt werden kann.

⁵³⁷ Vgl. Sinn, H.-W. (2008a): S. 426 ff. sowie Sinn, H.-W. (2008b): S. 135 ff. Zutreffender Weise bemerkt Sinn, dass eine reine Konzentration auf die Reduzierung der Nachfrage nach fossilen Brennstoffen abstellende Klimapolitik wirkungslos sein kann. Vgl. Sinn, H.-W. (2008b): S. 117.

*A [...] field for future inquiry is
how to advise and advance the policy process
in a second- or third-best world."*

*Frank J. Convery*⁵³⁸

4 Instrumenteneinsatz in der Klimapolitik: Eine nationale Aufgabe

Innerhalb des Geltungsbereichs nationalen Rechts können konkrete Klimaschutzprogramme implementiert und das Verhalten der Marktakteure wirksam beeinflusst werden. Unabhängig vom Grad der Einbindung in die internationale Klimapolitik stellt der Nationalstaat damit die operative Umsetzungsebene klimapolitischer Maßnahmen dar. Zu den Maßnahmen, mit denen eine als übermäßig eingestufte Nutzung der „Umwelt“ zu Konsumzwecken oder als Einsatzfaktor in der Produktion zurückgeführt werden kann, zählen u. a. glaubwürdige Absprachen, Anweisungen oder glaubhafte Versprechen. Diese Maßnahmen können auf nationaler Ebene verhaltensbeeinflussende Wirkungen entfalten, weil der Staat über die Macht verfügt, in den Freiheitsraum der Individuen einzugreifen bzw. einen solchen Eingriff als Reaktion auf die Nichteinhaltung vorgeschriebener Regeln derart androhen kann, dass die Androhung selbst verhaltenswirksam wird. Dass eine solche Art der Beeinflussung individuellen Verhaltens in der Klimapolitik erforderlich ist, wurde im Rahmen der Diskussion um private, freiwillige Beiträge zur Bereitstellung eines Kollektivgutes bereits dargelegt.⁵³⁹ Aus einer individuell-rationalen Perspektive kann und darf der Staat dann bestimmte Verhaltensweisen erzwingen und Sanktionen durchsetzen, wenn er das Monopol legitimen Zwanges⁵⁴⁰ innehat und davon Gebrauch macht, wenn so die Erreichung eines gesellschaftlich erwünschten Zustandes sichergestellt werden kann. Dazu kann u. a. die Erreichung eines bestimmten umwelt- oder klimapolitischen Ziels zählen. So obliegt es den politischen Vertretern von Staaten, Mittel auszuwählen, mit denen es gelingt, das Verhalten der Bürger so zu beeinflussen, dass klimapolitische Ziele erreicht werden können. Dabei muss es aus ökonomischer Sicht grundsätzlich darum gehen, die tatsächlich anfallenden sozialen Grenzkosten auf individueller Ebene der Marktakteure verhaltenswirksam werden zu lassen.⁵⁴¹ Eine Umweltregulierung, mit der dies gelingt, bürdet den Wirtschaftssubjekten nicht „neue“ Kosten auf, sondern fördert und fordert die Berücksichtigung des gesamten Ressourcenverzehr in den Produktionskosten von Produkten und Dienstleistungen. Auf diese Weise umgesetzt, würden Umwelt- und Klimapolitik auch dem ordnungspolitischen Verständnis von Staatseingriffen in den Marktmechanismus entsprechen, das als Element eine Trennung von gesamtwirtschaftlichem Entscheidungsbedarf und einzelwirtschaftlichen Entscheidungskompe-

⁵³⁸ Convery, F. J. (2009): S. 133.

⁵³⁹ Siehe Kap. 3.1.1.

⁵⁴⁰ Vgl. Weber, M. (1980[1921]): S. 821 f.

⁵⁴¹ Vgl. Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 680.

tenzen auf der Ebene von Individuen beinhaltet.⁵⁴² Diese Trennung bedeutet, dass zunächst auf kollektiver Ebene das gemeinsame gesellschaftliche Ziel zentral festgelegt wird. Dieses Ziel wird anschließend derart implementiert, dass es auf Ebene der Individuen als Handlungsbegrenzung wirkt. Einem solchen „Primat der Politik“ folgend, geben politische Entscheidungen den Rahmen für das prinzipiell freie, individuelle Handeln auf Märkten vor.⁵⁴³ Zu den genannten Handlungsbegrenzungen zählen auch die Grenzen der Belastbarkeit von Ökosystemen.⁵⁴⁴ Die Berücksichtigung der Belastbarkeitsgrenzen von Ökosystemen und die Eindämmung der Gefahr von deren Zusammenbruch erfordern auf politischer Ebene die Festlegung von zielkonformen Nutzungsbeschränkungen. D. h., im politischen Prozess werden die ökologischen Mengenziele formuliert. Die Übersetzung der daraus folgenden, künstlich erzeugten Knappheitsverhältnisse in Preise und Produkte wird dann dem Markt überlassen.⁵⁴⁵ Die Regeln zur Berücksichtigung der ökologischen Knappheiten können dabei als ein Teil des gesamten ordnungspolitischen Rahmens aufgefasst werden.⁵⁴⁶ Gehört zu den gesellschaftlichen Zielen, Klimaschutz bereitzustellen, das heißt, das Klima, wie es derzeit im Holozän vorherrscht, aufrechtzuerhalten, so ist festzulegen, in welchem Umfang insgesamt die Umweltressource Erdatmosphäre als Deponie für Treibhausgase von den Bürgern genutzt werden darf. Zudem sind die umweltpolitischen Instrumente auszuwählen, mit denen das Ziel der Bereitstellung von Klimaschutz erreicht werden kann. Umweltpolitische Ansätze der Mengensteuerung sind für diese ordnungspolitische Ausrichtung der Klimapolitik besonders geeignet. Statt aber ordnungspolitisch ausgerichtet zu sein, vollzieht sich, wie gezeigt werden wird, die Umwelt- und Klimapolitik in Deutschland vornehmlich auf Ebene der Vorgabe einzelwirtschaftlicher Verhaltensanweisungen. Allerdings ist die Idee, gesamtgesellschaftliche Ziele zentralplanerisch über die Vorgabe bestimmter einzelwirtschaftlicher Entscheidungen erreichen zu wollen, wie ebenfalls dargestellt werden wird, nur unter theoretischen Bedingungen umsetzbar, die in der Realität nicht hergestellt werden können. Eine Klima- und Umweltpolitik, die in zentralplanerischer Weise das Verhalten der Wirtschaftssubjekte unmittelbar zu steuern versucht, läuft Gefahr, nicht realisierbar zu sein. Ein Instrumentenwechsel in der deutschen Klimapolitik scheint daher angebracht. Um diese Vermutung zu belegen, werden die wichtigsten klimapolitischen Instrumente einer vergleichenden ökonomischen Analyse unterzogen. Im Anschluss daran wird die sektorale Ausrichtung der Klimapolitik in Deutschland erörtert. Unter Rückgriff auf die bereits behandelte Leakage-Problematik werden die Bedingungen spezifiziert, unter denen es ökonomisch vorteilhaft sein kann, den klimapolitischen Instru-

⁵⁴² Vgl. *Maier-Rigaud, G. (1994): S. 19.*

⁵⁴³ Vgl. *Bonus, H. (1981a): S. 66.*

⁵⁴⁴ Vgl. *Daly, H. E. (1987): S. 323 f.*

⁵⁴⁵ Vgl. *Bonus, H. (1981a): S. 66.*

⁵⁴⁶ Vgl. *Bonus, H. (1981a): S. 59 und S. 66. Vgl. hierzu auch Daly, H. E. (1987): S. 326 f.*

menteneinsatz weiterhin sektorspezifisch auszugestalten.⁵⁴⁷ Abschließend werden verschiedene Ansätze der Erweiterung des europaweiten Handelssystems für Treibhausgasemissionsberechtigungen vorgestellt, mit denen es gelingen könnte, die Effektivität und Effizienz des derzeitigen sektorspezifischen klimapolitischen Instrumenteneinsatzes zu steigern.

4.1 Klimapolitik in Deutschland: Ein Überblick

Eine erste politische Anerkennung des wachsenden klimapolitischen Handlungsdrucks äußerte sich in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1987 mit der Einrichtung der *Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“* durch den *Deutschen Bundestag*. In ihrem ersten Bericht kam die Kommission zu der Ansicht, dass „*menschliche Eingriffe in die Natur (...) auch zu einer Bedrohung der Erdatmosphäre geworden [sind] und (...) das Leben auf der Erde [gefährden]*“.⁵⁴⁸ Diese Einschätzung der Kommission führte zum ersten klimapolitischen Kabinettsbeschluss einer deutschen *Bundesregierung* im Jahr 1990. Als Ziel wurde hierin eine Reduzierung der CO₂-Emissionen in *Deutschland* bis zum Jahr 2005 um 25 % gegenüber dem Emissionsvolumen des Jahres 1987 festgelegt. Erreicht werden sollte dieses Ziel vornehmlich durch einen auflagenorientierten Mitteleinsatz.⁵⁴⁹ Auch wenn dieses klimapolitische Ziel nicht erreicht worden ist, das Referenzjahr auf das Jahr 1990 verlegt wurde und es in den Jahren 2000, 2005 und 2007 zur Auflage neuer nationaler Klimaschutzprogramme kam, sind die Auswirkungen des ersten Programms zum Klimaschutz bis heute spürbar. U. a. werden Klimaschutzmaßnahmen seitdem nach Wirtschaftssektoren getrennt voneinander in den Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, private Haushalte, Verkehr, Abfallwirtschaft sowie Handel, Gewerbe und Dienstleistungen umgesetzt.⁵⁵⁰

Aktuell ist die *Bundesrepublik Deutschland* sowohl Mitglied der im Jahr 1994 in Kraft getretenen *UN-Klimarahmenkonvention* als auch Unterzeichner des im Jahr 1997 verabschiedeten und am 16. Februar 2005 in Kraft getretenen *Kyoto-Protokolls*.⁵⁵¹ Gemeinsam mit seinen europäischen Partnern hat sich *Deutschland* im *Kyoto-Protokoll* auf die Erreichung eines EU-weiten Reduktionsziels festgelegt. Insgesamt sollten die Treibhausgasemissionen EU-weit im Durchschnitt der Jahre 2008 - 2012 gegenüber 1990 um 8 % reduziert werden. Die Befolgung der gemeinsam mit den europäischen Partnern übernommenen klimapolitischen Verpflichtung bedeutete für *Deutschland*, dass der Treibhausgasausstoß im entsprechenden Zeitraum um 21 % gegenüber 1990 reduziert werden musste.⁵⁵² Während die kurzfristigen Ziele deutscher Klimapoli-

⁵⁴⁷ Für die Behandlung der Leakage-Problematik siehe Kap. 3.3.5.

⁵⁴⁸ *Deutscher Bundestag (1988)*: S. 13.

⁵⁴⁹ Vgl. *Schaffhausen, F. (2009)*: S. 152.

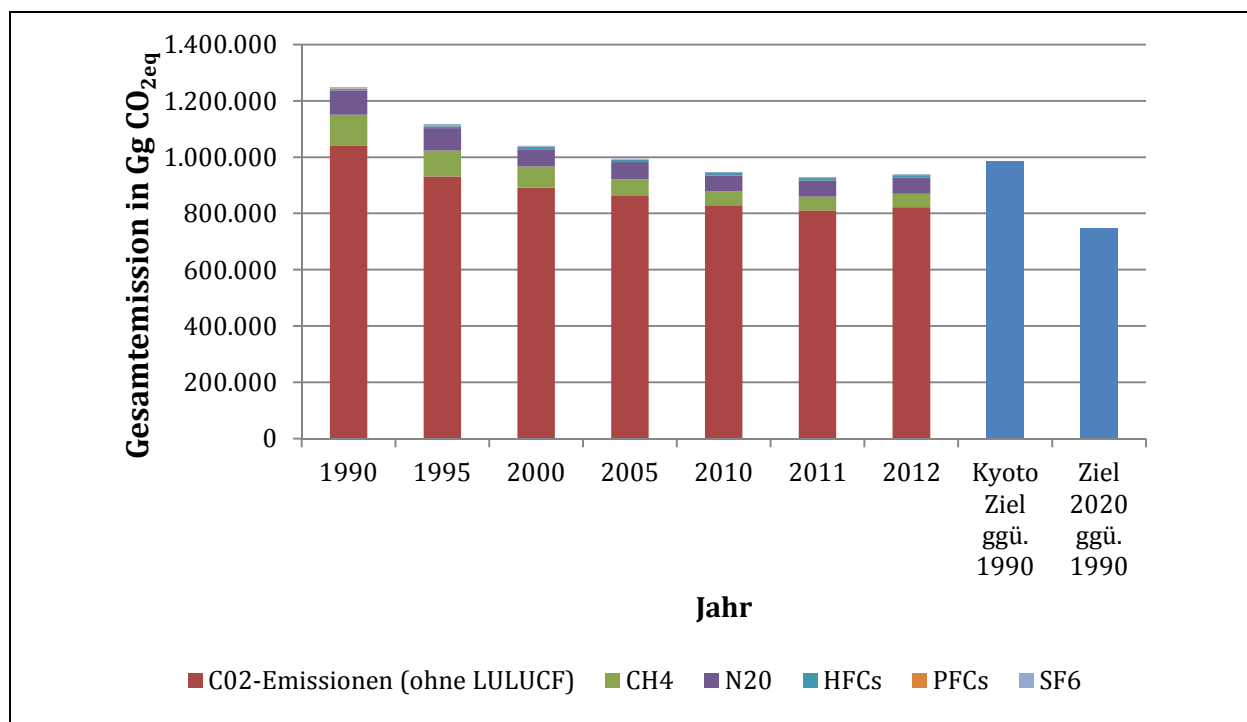
⁵⁵⁰ Vgl. *Deutscher Bundestag (2000)*: S. 5 f.

⁵⁵¹ Vgl. *Kyoto-Protokoll (1997)*, *UNFCCC (2010a)* und *Klimarahmenkonvention (1992)*.

⁵⁵² Vgl. *Rat der Europäischen Union (2002)* und *UBA (2014)*: S. 70.

tik eng mit den internationalen Klimaschutzbemühungen und den entsprechenden Vertragswerken verknüpft waren, besteht über das Jahr 2012 hinaus lediglich ein EU-weit abgestimmtes Vorgehen. Bis zum Jahr 2020, so das gemeinsam proklamierte Ziel der EU-Staaten, soll der Treibhausgasausstoß in der EU um 20 % gegenüber dem Jahr 1990 abgesenkt werden.⁵⁵³ An den dazu erforderlichen Emissionsreduktionen beabsichtigt die *Bundesrepublik Deutschland*, einen relativ großen Anteil zu übernehmen. Gemäß des auch im Jahr 2014 gültigen Energiekonzeptes der deutschen *Bundesregierung* aus dem Jahr 2010 ist vorgesehen, die Treibhausgasemissionen mittelfristig, d. h. bis zum Jahr 2020, um 40 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 zu reduzieren. Als langfristiges Ziel, bis zum Jahr 2050, wird gar eine Absenkung der Emissionsmengen um 80 % im Vergleich zum Referenzjahr anvisiert.⁵⁵⁴ Eine Illustration der kurz- und mittelfristigen Klimaziele sowie die Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen in der *Bundesrepublik Deutschland* im Zeitraum zwischen 1990 und 2012 zeigt *Abbildung 4a*.⁵⁵⁵

Abbildung. 4a: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland seit 1990 und Zielwerte



Quelle: Eigene Darstellung nach *UBA (2014)*: S. 924.

⁵⁵³ Das prozentuale Reduktionsziel steigt automatisch auf 30 % an, sobald ein neues Abkommen innerhalb der Klimarahmenkonvention zustande kommt. Vgl. *EU (2008)*.

⁵⁵⁴ Vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 5.

⁵⁵⁵ Die abgebildeten Mengen emittierter Treibhausgase enthalten nicht die Emissionsmengen, die den sog. LULUCF-Aktivitäten (Land Use, Land Use Change and Forestry) zugerechnet werden. Zum einen werden diese Emissionen, die auf Landnutzungsänderungen zurückgehen, im Rahmen der internationalen Verpflichtungen nicht berücksichtigt; zum anderen sind die entsprechenden Angaben international kaum vergleichbar, da noch keine einheitliche Erfassungsmethodik vereinbart worden ist. Anmerkung zur Graphik: CH₄ bezeichnet Methanemissionen, N₂O bezeichnet Distickstoffmonoxidemissionen, bei HFCs handelt es sich um Hydrofluorocarbon, bei PFCs um Perfluorierte Kohlenwasserstoffe und bei SF₆ um Schwefelhexafluorid.

Im Jahr 1990, das seit Verabschiedung des *Kyoto-Protokolls* als Ausgangspunkt zur Beobachtung der Entwicklung der weltweiten Treibhausgasemissionen herangezogen wird, betrug der Ausstoß von Treibhausgasen in der *Bundesrepublik Deutschland* insgesamt rund 1.248 Mt CO_{2eq}. Zum Ende des Jahres 2012 wurde das klimapolitische Ziel einer Emissionsreduktion von Treibhausgasen um 21 % gegenüber 1990 erreicht. Mit einem Rückgang der Emissionen um insgesamt rund 24,7 % auf etwa 939,6 Mt CO_{2eq} kam es sogar zu einer Übererfüllung des Zielwertes.⁵⁵⁶ Mehr als die Hälfte des Emissionsrückgangs seit 1990 ist bereits bis zum Jahr 1995 erfolgt. Diese Entwicklung ist hauptsächlich auf den weitgehenden Zusammenbruch der ostdeutschen Schwerindustrie und die anschließende Neuausrichtung der wirtschaftlichen Aktivitäten zurückzuführen. Damit sind klimapolitische Entscheidungen nicht allein für den Rückgang der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Neben diesen einmaligen, auch „*Wall Fall Profits*“, genannten Niveaueffekten infolge der deutschen Wiedervereinigung haben aber auch der Preisanstieg von Energierohstoffen, die Erhebung von Steuern auf den Energieverbrauch, der technische Fortschritt, umweltpolitisch motivierte Auflagen sowie Subventionen zu einer Reduktion des Treibhausgasausstoßes geführt.⁵⁵⁷

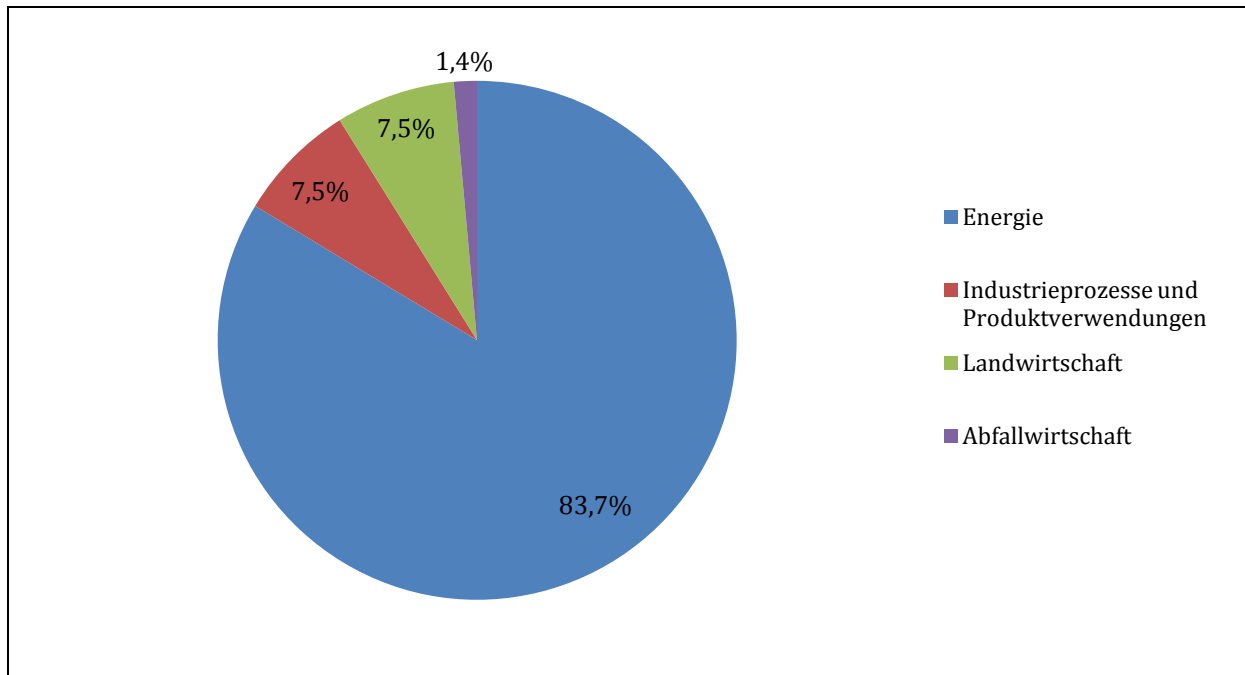
Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen wird in *Deutschland* und den anderen Unterzeichnerstaaten des *Kyoto-Protokolls* in sog. Inventarberichten festgehalten.⁵⁵⁸ Diese auf Basis international standardisierter Erfassungsmethoden erstellten Berichte ermöglichen eine einheitlich ausgestaltete Überprüfung der Erreichung der nationalen Klimaziele. Da die Berichte sehr detailliert aufbereitet sind, enthalten sie neben diesen Informationen zu gesamtwirtschaftlichen Emissionsmengen auch Angaben darüber, auf welche wirtschaftlichen Aktivitäten die Treibhausgasemissionen zurückzuführen sind. In *Abbildung 4b* wird eine solche Aufteilung für das Jahr 2012 präsentiert. Unterschieden werden die Treibhausgasemissionen hierin nach den sog. „Quellgruppen“ Abfallwirtschaft, Landwirtschaft, Industrieprozesse und Produktverwendungen sowie Energie.

⁵⁵⁶ Vgl. UBA (2014): S. 924.

⁵⁵⁷ Vgl. Auer, J./Heymann, E./Just, T. (2008): S. 9.

⁵⁵⁸ Vgl. UBA (2014).

Abbildung 4b: Treibhausgasemissionen in CO_{2eq} in Deutschland nach Quellgruppen im Jahr 2012



Quelle: Eigene Darstellung nach UBA (2014): S. 926.

Die Abfallwirtschaft ist für 1,44 % der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen verantwortlich, die Landwirtschaft inkl. der Aktivitäten im Zusammenhang mit Landnutzungen und Landnutzungsänderungen und die Forstwirtschaft für 7,45 %. Auf Industrieprozesse und Produktverwendungen sind ebenfalls 7,45 % der Gesamtemissionen zurückzuführen. Mit etwa 83,66 % sticht der Anteil der Quellgruppe Energie an den gesamten deutschen Treibhausgasemissionen deutlich hervor.⁵⁵⁹ Ursache für diese sog. energiebedingten Treibhausgasemissionen ist der Einsatz fossiler Energieträger in Verbrennungsprozessen. Im späteren Verlauf der Arbeit wird es insbesondere um die Regulierung dieser energiebedingten Treibhausgasemissionen gehen. Die drei zuerst genannten Quellgruppen spielen im weiteren Verlauf der Arbeit eine eher untergeordnete Rolle.

Neben einer gemeinsamen europäischen Zielformulierung in der Klimapolitik gibt es auch beim Instrumenteneinsatz ein teilweise europaweit abgestimmtes Vorgehen. Mit der *EU-Emissionshandelsrichtlinie* wurde im Jahr 2003 ein staatenübergreifendes, gemeinsames Handelssystem für Treibhausgasemissionen ins Leben gerufen.⁵⁶⁰ Nahezu alle übrigen Klima-

⁵⁵⁹ Vgl. UBA (2014): S. 926.

⁵⁶⁰ Vgl. hierfür grundlegend *EU-Emissionshandelsrichtlinie (2003)*. Sie enthält die Regeln für das Emissionshandelssystem im Zeitraum zwischen 2005 - 2012. Im Jahr 2009 wurde die *Emissionshandelsrichtlinie* novelliert. Die neuen Regeln gelten ab dem Jahr 2013 bis zum Jahr 2020. Vgl. *EU-Emissionshandelsrichtlinie (2009)*. Für eine nähere Betrachtung des *EU-Emissionshandelssystems* siehe Kap. 4.3.1.

schutzmaßnahmen in *Deutschland*, die auf Ebene des Bundes verantwortet werden und die nicht unter das Regelwerk des *Europäischen Emissionshandelssystems* fallen, sind im Jahr 2007 unter dem Begriff des *Integrierten Klima- und Energieprogramms* zusammengefasst worden.⁵⁶¹ Mit den darin aufgeführten Maßnahmen werden der Großteil des nationalen Verkehrssektors, der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, der Haushaltssektor und diejenigen Unternehmen, die zwar dem Industrie- und Energieerzeugungssektor zuzurechnen sind, welche aber die erforderlichen Mindestgrößenbestimmungen nicht erfüllen, reguliert. Das Programm enthält auch einige Maßnahmen zur Regulierung der durch das Emissionshandelssystem nicht abgedeckten Treibhausgase CH₄, N₂O, SF₆, HFKW und FKW. Desweiteren werden Informationen bereitgestellt, wie sich auf individueller Ebene die Emission von Treibhausgasen verringern lässt. Es werden zudem Appelle an das „ökologische Bewusstsein“ der Bürger gerichtet, zum Wohle des Klimaschutzes auf Flugreisen zu verzichten, das Auto weniger häufig zu nutzen oder den Fleischkonsum einzuschränken. Es werden Steuern auf den Konsum von Elektrizität und die Nutzung von fossilen Energieträgern erhoben sowie Subventionen zur Förderung der Verbreitung bestimmter Energieerzeugungstechniken gezahlt. Es werden Förderprogramme zur energietechnischen Optimierung von Wohngebäuden aufgelegt. In den allermeisten Fällen aber werden klimapolitisch motivierte Auflagen formuliert, in denen technische Mindestanforderungen an den Energieverbrauch von Anlagen und Geräten gestellt werden. Auf Ebene von Bund, Ländern und Kommunen sind neben dem Instrument des Emissionsrechtehandels weit über 1.000 Einzelmaßnahmen und Programme mit dem Ziel aufgelegt worden, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren.⁵⁶² Der Instrumenteneinsatz der verschiedenen Verwaltungs- und Regierungsebenen erfolgt dabei weitgehend unabhängig voneinander.⁵⁶³ Daneben gibt es bundesweit abrufbare Förder- und Finanzierungsprogramme der staatseigenen *KfW-Bank*. *Tabelle 4a* gibt einen Überblick über die wichtigsten Klimaschutzinstrumente, die in *Deutschland* zum Einsatz kommen.

⁵⁶¹ Vgl. *Bundeskabinett (2007)*.

⁵⁶² Vgl. *Schaffhausen, F. (2009): S. 156*.

⁵⁶³ Für die derzeit gültige Leitlinie in der deutschen Klimapolitik auf Bundesebene siehe *BMWi/BMU (2011)*. Für eine Übersicht über Ziele der Klimapolitik der *Bundesrepublik Deutschland* und Bestimmungen zum Instrumenteneinsatz siehe *Bundeskabinett (2007)*, *BMU (2009)* und *SRU (2008)*. In den Publikationen von *Doll, C. et al. (2012a-c)* werden die Klimaschutzwirkungen des *Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms* der *Bundesregierung* analysiert, ein Monitoring-Konzept entwickelt und Monitoring-Instrumente vorgestellt. Für eine Auflistung von Landesprogrammen zum Klimaschutz siehe *Biedermann, A. (2011)*. Ökonomische Analysen des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes bieten bspw. die Publikationen von *Schaffhausen, F. (2009)* *Sinn, H.-W. (2008a)* und *Weimann, J. (2009b)*. Für einen Überblick über gesetzliche Regelungen mit klimapolitischem Bezug in *Deutschland* siehe *Weinreich, D. (2006)*. Einen Überblick über den Stand der Umsetzung in der deutschen Klimapolitik findet sich in *BMWi/BMU (2012)*.

Tabelle 4a: Überblick über die wichtigsten Klimaschutzmaßnahmen in Deutschland neben dem Europäischen Emissionshandelssystem

<p>Gebäude</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Verringerung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe bei der Wärmeenergiebereitstellung - Mittel: Novelle der <i>Energieeinsparverordnung (EnEV)</i>, stufenweise Verschärfung der energetischen Auflagen für den Betrieb von Heizungsanlagen und passive Wärmeschutzmaßnahmen, Neuformulierung von Produktstandards und Ausweitung von Kontrollaktivitäten, Formulierung weitreichender Ausnahmetatbestände, Forcierung des Austauschs von Nachtstromspeicherheizungen. - Ziel: Beschleunigte energetische Sanierung vermieteter Mehrfamilienhäuser. - Mittel: Änderung der Betriebskostenermittlung bei Mietwohnungen: Pflicht zur Heraufsetzung des verbrauchsabhängig bestimmten Heizkostenanteils auf 70 %, Mietrechtsnovelle, Neufassung der Heizkostenverordnung, Vereinfachung von Regelungen zum Energieeinspar-Contracting, Schaffung einer Rechtsgrundlage zur Mietminderung wegen überhöhter Heizkosten. - Ziel: Verwirklichung von Energie-Einsparungen im Gebäudebereich. - Mittel: <i>CO₂-Gebäudesanierungsprogramm</i>, Förderung der energetischen Sanierung von Wohngebäuden und kommunalen Einrichtungen durch direkte katalogmäßig bestimmte Subventionszahlungen (neu: Zuschüsse bei Ersatz von Nachtstromspeicherheizungen). - Ziel: Energetische Sanierung der sozialen Infrastruktur, Reduktion des Primärenergiebedarfs je Investitionsobjekt um 50 %, Aufhebung des „Investitionsstaus“ in Kommunen, die in „Haushaltsnotlage“ geraten sind, regionale Wirtschaftsförderung. - Mittel: „Investitionspakt“, Aufstellung eines Investitionsprogramms durch den Bund, Gewährung von Investitionszuschüssen und zinsverbilligten Darlehen, zweckgebundene vertikale Steuerumverteilung zwischen Gebietskörperschaften. - Ziel: Energetische Sanierung von Bundesgebäuden - Mittel: Realisierung bestehender Potenziale zur Energieverbrauchssenkung, Ausweitung des Programms zur energetischen Sanierung von Bundesgebäuden auf Gebäude der mittelbaren Verwaltung und auf nach 1995 erbaute oder sanierte Gebäude, insbesondere Förderung des Einsatzes nicht rentabler Techniken.
<p>Erneuerbare Energien in der Wärmeenergieerzeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien an der gesamten Wärmeenergiebereitstellung auf rund 14 % im Jahr 2020. - Mittel: Verabschiedung des <i>Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG)</i>, Pflicht zur anteiligen Nutzung von Solarenergie, Biomasse, Geothermie oder Umweltwärme in Neubauten, „<i>Marktanreizprogramm</i>“ für Wärmeherzeugung aus erneuerbaren Energien (EE-Wärme), d. h., Subventionszahlungen für die Nutzung von EE-Wärme in Alt- und Neubauten, in letzteren nur für den über die gesetzlichen Pflichten hinausgehenden Anteil, diverse Ausnahmetatbestände.
<p>Erneuerbare Energien in der Stromerzeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien (EE) an der Stromproduktion auf 25 - 30 % bis 2020, Ausbau der Elektrizitätsnetze zur Integration des EE-Stroms, Anpassung des Stromnetzes an volatilere Energieerzeugung infolge der EE-Ausweitung. - Mittel: Novelle des <i>Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG)</i>, Änderung der vielfältigen Vergütungssätze und Förderzeiträume für die als förderungswürdig angesehenen Formen der Energieerzeugung (Wasserkraft, Deponie-, Klär-, und Grubengas, Biomasse, Geothermie, Windenergie und Solaranergie), Abnahmepflicht von EE-Strom für Netzbetreiber, Änderung

<p>von Raumordnungsplänen, regionalen Bauleitungsplänen und Zulassungsverfahren zur Vereinfachung des Aus- und Umbaus der Energieinfrastruktur (insb. Anbindung der Offshore-Windparks), Änderung von Auflagen, die den Anbau von Biomasse zur Stromerzeugung regeln.</p>
<p>Erneuerbare Energien: Biogas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Erhöhung der Verfügbarkeit und des Anteils von Biogas in den bestehenden Erdgasnetzen, Reduzierung der Importabhängigkeit bei der Gasversorgung. - Mittel: Novelle der Gasnetzzugangsverordnung, Änderung der Einspeiseregelung für Biogas.
<p>Kraft-Wärme-Kopplung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Verdopplung des Anteils der Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen an der Stromproduktion bis zum Jahr 2020 auf etwa 25 % - Mittel: Novelle des <i>Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes</i>, Förderung des Baus von Neuanlagen und von Nah- und Fernwärmenetzen (direkte und indirekte Subventionierung), Einführung eines Herkunftsnachweises für KWK-Strom (Erweiterung der Stromkennzeichnung), Appell zur Einhaltung der Selbstverpflichtungserklärung der deutschen Energiewirtschaft (KWK-Vereinbarung).
<p>Saubere Kraftwerke</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Reduzierung der Stickoxidemissionen. - Mittel: Novelle der <i>Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV)</i>, Auflagenverschärfung für den Betrieb von Kraftwerken.
<p>Carbon Capture and Storage (CCS)-Technologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Erforschung der technischen, umweltverträglichen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit verschiedener Technologien zur Abtrennung von CO₂ aus Verbrennungsabgasen und dessen terrestrischer Speicherung, Förderung von Demonstrationskraftwerken. - Mittel: Schaffung eines Rechtsrahmens für die CO₂-Untergrundspeicherung, Förderung von Demonstrationskraftwerken.
<p>Verbreitung moderner Energiemanagementsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Realisierung bestehender Potenziale zur Erhöhung der Energieeffizienz in der industriellen Produktion. - Mittel: Novelle der Energie- und Stromsteuergesetze, insbes. Änderung von Ausnahmetatbeständen, Kopplung von Steuererleichterungen an realisierte Energieeffizienzsteigerungen.
<p>„Intelligente“ Verfahren zur Stromverbrauchsmessung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Liberalisierung des Messwesens, Förderung der Marktdurchdringung neuer Technologien im Bereich der Stromverbrauchsmessung, Schaffung der Voraussetzung für last- und zeitvariable Stromtarife, Verbesserung der Verbrauchskontrolle, Vereinfachung von Energie-Contracting-Verträgen. - Mittel: Novelle des <i>Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG)</i>, Schaffung der Rechtsvoraussetzung zum Einsatz elektronischer Stromzähler, Aufstellung einer Verordnung zur Liberalisierung des Messwesens und zur Umsetzung der <i>EU-Energiedienstleistungsrichtlinie</i>.
<p>Energieeffiziente Produkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Förderung der Marktdurchdringungsrate energieeffizienter Produkte. - Mittel: Dynamische Auflagenformulierung zur Bestimmung von Mindeststandards zur Verbrauchseffizienz von Geräten und Produkten („EU-Top-Runner“), Verbesserung der Energieverbrauchskennzeichnung von Geräten (Kennzeichnungsverordnung), Befürwortung ambitionierter Standards bei Neuformulierung der <i>EU-Ökodesign-Richtlinie</i>.
<p>Energieeffiziente Produkte und Dienstleistungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Verringerung des Energieverbrauchs der Bundesverwaltung, Berücksichtigung der laufenden Energiekosten von energieverbrauchenden Anlagen und Geräten im Rahmen von

<p>Beschaffungsentscheidungen, Übernahme einer „Vorbildfunktion“.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mittel: Formulierung eines Leitfadens für das Beschaffungswesen der Bundesverwaltung, Aufruf an alle deutschen Gebietskörperschaften ähnliche Leitfäden aufzustellen.
<p>CO₂-Strategie Pkw</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Reduktion der durchschnittlichen CO₂-Emissionen neuer PKW auf 130 g/km, Förderung des Absatzes von Biokraftstoffen, um eine Reduzierung auf durchschnittlich 120 g/km zu realisieren. - Mittel: Vorbereitung einer EU-weit harmonisierten Auflagen- oder Credit and Trade-Regulierung.
<p>Biokraftstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Erhöhung des Anteils von Biokraftstoffen an der Gesamtmenge abgesetzter Kraftstoffe, unmittelbare Anhebung der Beimischungsgrenze von Bioethanol in Ottokraftstoffen von bislang 5 auf 10 % und von Biodiesel in Dieselmotoren von bislang 5 auf 7 %, mittelfristiger Ausbau des Anteils auf bis zu 20 % im Jahr 2020. - Mittel: Novelle des Biokraftstoffquotengesetzes und Neufassung der Kraftstoffqualitätsverordnung sowie Verabschiedung einer Nachhaltigkeitsverordnung zur Bestimmung von Mindeststandards beim Biomasseanbau: Vorgabe eines sog. „Treibhausgas-Verminderungspotenzials“ für die gesamte Wertschöpfungskette.
<p>KFZ-Steuer</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Reduktion der durchschnittlichen CO₂-Emissionen neuer PKW auf 130 g/km, Schaffung von Anreizen zum Kauf verbrauchsarmer PKW. - Mittel: Aufkommensneutrale Umgestaltung der KFZ-Steuer, Einbezug des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen in die Bemessungsgrundlage.
<p>Energieeffizienz von PKW</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Schaffung von Anreizen zum Kauf verbrauchsarmer PKW, Kennzeichnung der Energieeffizienz von PKW. - Mittel: Änderung der PKW-Kennzeichnungsverordnung, Einsatz für eine EU-weite Harmonisierung der Informationspflichten für PKW-Produzenten und -händler.
<p>LKW-Maut</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Verstärkte Nutzung der LKW-Maut als klimapolitisches Instrument, Reduktion der durch den Güterverkehr hervorgerufenen CO₂-Emissionen und Verstärkung der Anreize zum Einsatz „schadstoffarmer“ Fahrzeuge. - Mittel: Aufkommensneutrale Novelle der Mauthöheverordnung, Erweiterung der Bemessungsgrundlage für die Bestimmung der Mauthöhe um verschiedene Emissionsklassen und Nutzungszeiträume, Absenkung der Mautsätze für verbrauchsarme LKW.
<p>Luftverkehr</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Reduzierung der durch den Luftverkehr hervorgerufenen CO₂-Emissionen. - Mittel: Einbezug des zivilen Luftverkehrs in das <i>Europäische Emissionshandelssystem</i>, Verwirklichung einer einheitlichen europäischen Luftraumüberwachung, Verkürzung von Luftwegen.
<p>Schiffsverkehr</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Reduzierung der durch den Schiffsverkehr hervorgerufenen CO₂-Emissionen. - Mittel: Möglicher Einbezug des Schiffsverkehrs in das <i>Europäische Emissionshandelssystem</i>, mögliche Verschärfung von Verbrauchsgrenzwerten für den Betrieb von Schiffsmotoren.
<p>Verbesserung von Klimaschutz und Energieeffizienz außerhalb von Gebäuden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Erschließen bekannter Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz über ordnungsrechtliche Auflagen hinaus. - Mittel: Auflage verschiedener Förderprogramme, Änderung diverser Gesetze, Richtlinien

und Verordnungen auf allen staatlichen Ebenen, Förderung der Energieberatung und des Energieeinspar- und Anlagen-Contractings (BMWi), KfW-Sonderfonds für Energieeffizienz, Förderung neuer, hocheffizienter und klimafreundlicher Technologien, Ausbau der Initiative Energieeffizienz (DENA), Informationskampagnen (BMWi), Umsetzung EU-Richtlinie über Energieeffizienz und Energiedienstleistungen (BMWi, BMELV), Exportinitiative Energieeffizienz (BMWi), Klimaschutzkampagne (BMU), Ausweitung des „Marktanreizprogramms“ für erneuerbare Energien (BMU), Auflegen von Klimaschutzfonds, Technologieförderung Meerwasserentsalzung (BMU), Entwicklung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel (BMU), Nationale Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums: Ungerichtete Förderung verschiedener Klimaschutzmaßnahmen in Kommunen, sozialen und kulturellen Einrichtungen, Förderung von effizienten Klima- und Kälteanlagen und Mini-Blockheizkraftwerken.

Nicht-CO₂-Treibhausgase

- Ziel: Verringerung der Emissionen ausgewählter fluorierte Treibhausgase (FCKW/HFCKW)
- Mittel: Chemikalienklimaschutzverordnung, Forcierung von Standards zur Bestimmung der Dichtheit von Kältekreisläufen in stationären und mobilen Kühlanlagen, Auferlegung von Kennzeichnungs- und Rücknahmepflichten.

Forschung und Entwicklung

- Ziel: Erschließung kurz- bis mittelfristig realisierbarer Technologiepotenziale, Suche nach neuen Technologien zur Dekarbonisierung der deutschen Wirtschaft für die Zeit nach 2020.
- Mittel: Technologieentwicklung zur Erschließung kurz- bis mittelfristig bestehenden Optimierungspotenzials und Suche nach neuen Technologien zur Dekarbonisierung für die Zeit nach 2020. Ausweitung der Grundlagenforschung und verstärkte Unterstützung der Anwendungsforschung, Verbesserung der finanziellen Ausstattung laufender Forschungsvorhaben in der Energie- und Klimaforschung sowie Auflegung neuer Programme in den Bereichen Energieeffizienz, erneuerbare Energien, CO₂-Sequestrierung, Energetische Nutzung von Biomasse, zukunftsfähige Antriebstechnologien, gebäudebezogene Anwendungsforschung. Entwicklung von Demonstrationskonzepten für mobile Elektroantriebe und Batterietechnik innerhalb des *Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie* (NIP). Verbesserung der Umweltbilanz des Straßenverkehrs und Verbesserung des Stromnetz-Lastmanagements durch Elektromobilität.

Quelle: Zusammenstellung nach Doll, C. et al. (2012a): S. 2 ff., BMU (2009) und Bundeskabinett (2007).

4.2 Ökonomische Analyse klimapolitischer Instrumente

Auch wenn die Quantität aufgelegter Klimaschutzprogramme zunächst beeindruckend wirken mag und die *Bundesrepublik* wohl auch deswegen international als Vorreiter im Klimaschutz gilt, kann die Güte der deutschen Klimapolitik danach nicht beurteilt werden. Schließlich kommt es darauf an, dass mit diesen Programmen die Emissionsmengen tatsächlich in der gewünschten Größenordnung zurückgeführt werden, und dass die dabei entstehenden Kosten möglichst gering ausfallen. Eine empirische Analyse des Zusammenwirkens der verschiedenen klimapolitischen Instrumente, die in *Deutschland* eingesetzt werden, liegt allerdings derzeit nicht vor. Es ist daher unbekannt, welche Instrumente sich ergänzen, substituieren, oder ob einzelne Instrumente innerhalb des gegebenen Instrumentenmix` gar keine Wirkung entfalten können, weil sie von anderen konterkariert werden. Durch Zufall könnten die eingesetzten Instrumente effektiv und effizient zusammenwirken. Es ist allerdings nicht davon auszugehen, dass der in *Deutschland* eingesetzte Instrumentenmix zufällig so ausgestaltet ist, dass ein beabsichtigtes Umweltziel auch tatsächlich erreicht wird, und dass die anfallenden Regulierungskosten minimiert werden.⁵⁶⁴ Vielmehr ist zu vermuten, dass erstens die anvisierten mittel- und langfristigen Klimaziele verfehlt und zweitens erhebliche Kostensenkungspotenziale nicht genutzt werden. Denn sämtliche Instrumente der Klimapolitik, die sich auf wirtschaftliche Aktivitäten beziehen, welche bereits im Rahmen des *Europäischen Emissionshandelssystems* reguliert werden, erbringen keinen eigenen, d. h. zusätzlichen Beitrag zum Klimaschutz. Daher könnte die gesamtwirtschaftliche Belastung gesenkt werden, würde man zukünftig auf den Einsatz der entsprechenden Instrumente verzichten. Die genannte Gefahr der klimapolitischen Zielverfehlung in Deutschland geht insbesondere von denjenigen Wirtschaftssektoren und Aktivitäten aus, die nicht mittels des *Europäischen Emissionshandelssystems*, sondern mit Auflagen und Steuern reguliert werden.⁵⁶⁵

Der ad hoc betriebenen Klimapolitik in *Deutschland* fehlt es insgesamt an einem umweltpolitischen Leitbild, einem konsistenten Ziel-Mittel-System, das als Basis für den systematischen Einsatz umweltpolitischer Instrumente dienen könnte. So gibt es in *Deutschland* weder ein allgemeines, ziel- und ordnungskonformes Umweltgesetzbuch, noch ein spezielles, koordiniertes Vorgehen in der deutschen Klimapolitik.⁵⁶⁶ Die fehlende übergeordnete Zielorientierung und Koordination in der Umweltpolitik äußert sich in *Deutschland* z. B. darin, dass im europaweiten Vergleich zwar die strengsten Vorschriften für die Qualität von Trinkwasser gelten, zugleich aber sehr entgegenkommende Vorschriften zum Düngemiteleinsatz in der Landwirtschaft vor-

⁵⁶⁴ Vgl. Weimann, J. (2009b): S. 214.

⁵⁶⁵ Dies wird im Laufe dieses Kapitels ausführlich diskutiert.

⁵⁶⁶ Die konsistente Zusammenführung umweltpolitischer Einzelschriften in einem Umweltgesetzbuch wird zwar immer wieder versucht, scheiterte aber bislang stets, wie zuletzt im Frühjahr 2009, vgl. BMU (2010).

gesehen sind.⁵⁶⁷ Desweiteren gelten strenge Vorschriften für die Abgasqualität von PKW, die mit Otto-Kraftstoff betrieben werden und etwas weniger strenge Normen für die mit Diesel-Kraftstoffen betriebenen PKW. Für die ebenfalls mit Diesel betriebenen LKW gelten hingegen relativ leicht erfüllbare Abgasnormen.⁵⁶⁸ Von der Automobilindustrie wird gefordert, dass ein PKW in Zukunft einen maximal zulässigen CO₂-Emissionswert pro gefahrenem Kilometer nicht überschreiten darf, ohne jedoch zugleich eine maximale Höchstgeschwindigkeit auf Autobahnen festzulegen oder Einfluss auf die Gesamtfahrleistung eines Fahrzeugs oder das Fahrverhalten eines PKW-Betreibers zu nehmen.

Objektiv nachvollziehbare Entscheidungsregeln zur Differenzierung zwischen allgemeinen umweltpolitischen Zielformulierungen und speziellen Regulierungserfordernissen in Einzelfällen liegen in der deutschen Umwelt- und Klimapolitik nicht vor. Stattdessen werden auf politischer Ebene die verschiedensten Begründungsmuster vorgebracht, um für die Verfolgung umweltpolitischer Zielvorstellungen zu werben und den Einsatz bestimmter Instrumente zu befürworten. Nur zum Teil wird dabei auf physikalisch-chemische und ökologische Zusammenhänge Bezug genommen. Vielmehr basieren die Begründungen auf einer Mischung aus Gerechtigkeitsüberzeugungen, gesamtwirtschaftlichen Überlegungen, für durchsetzbar gehaltenen Partikularinteressen und polit-ökonomischen Erwägungen. So wird etwa in der sog. „Luftreinhaltepolitik“ in *Deutschland*, wenn es um Fragen der Zuweisung von Verantwortlichkeiten für bereits entstandene Schäden geht, das Verursacherprinzip in den Vordergrund gestellt; bei der Festlegung von Zielen wird jedoch auf den Stand der Technik verwiesen. Im Rahmen der Politik zur Steigerung der Energieeffizienz nimmt das Wirtschaftlichkeitsgebot einen hohen Stellenwert ein; regulierte Wirtschaftssubjekte können etwa von der Pflicht zur Umsetzung von Maßnahmen, welche in der *Energieeinsparverordnung* vorgesehen sind, im Einzelfall befreit werden, nämlich dann, wenn es ihnen gelingt, die fehlende Wirtschaftlichkeit der Maßnahme nachzuweisen.⁵⁶⁹ Bei allgemeinen Überlegungen zur Einführung und Ausweitung der Umweltgesetzgebung stehen mögliche Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt und die internationale Wettbewerbsfähigkeit häufig im Mittelpunkt der Diskussion. Hier wird dann von verschiedenen Seiten auf die potenziell beschäftigungsfördernden oder -hemmenden Auswirkungen von ein und derselben zu implemen-

⁵⁶⁷ Zur Strenge und Vielfalt der gesetzlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf die Trinkwasserversorgung vgl. *Bartel, K. et al. (2010)*: S. 76 ff. Zu den laxen Bestimmungen zum Düngemiteleinsatz siehe *Bartel, K. et al. (2010)*: S. 100 ff.

⁵⁶⁸ Vgl. *UBA (2011d)*.

⁵⁶⁹ Vgl. hierfür beispielhaft das in § 10 Abs. 6 *Energieeinsparverordnung* formulierte Wirtschaftlichkeitsgebot, die Definition des Stands der Technik in § 3 Abs. 6 Satz 1 *Bundesimmissionsschutzgesetz* oder die Bezugnahme auf das Verursacherprinzip in § 5 Abs. 1 und § 22 Abs. 1 *Bundesimmissionsschutzgesetz*.

tierenden umweltpolitischen Regelung hingewiesen.⁵⁷⁰ Von politischer Seite wird zudem Wert auf die Akzeptanz von Zielen und eingesetzten Mitteln durch die Wähler gelegt.⁵⁷¹

Das Fehlen eines umweltpolitischen Leitbildes hat in der deutschen Umwelt- und Klimaschutzpolitik zur Folge, dass sie auf der Basis von Fall zu Fall-Entscheidungen praktiziert wird. Stets kommt es zu einer Vermischung von Detailfragen in Bezug auf den Einsatz bestimmter Instrumente und von grundsätzlichen Ansichten bzgl. der ökologischen Zielformulierung.⁵⁷² Aufgrund dieser Vermischung werden, mit dem Ziel der politischen Umsetzung eines jeweiligen Einzelvorhabens, an den verschiedensten Stellen innerhalb der Regelwerke, in denen die Maßnahmen zum Umwelt- und Klimaschutz formuliert sind, sowohl den politischen Mitstreitern als auch den politischen Gegnern Konzessionen zugestanden.⁵⁷³ Die Beliebigkeit, mit der die oben beispielhaft aufgeführten Entscheidungskriterien zur umweltpolitischen Zielbestimmung und zum umweltpolitischen Instrumenteneinsatz verwendet werden, führt dabei insgesamt zu einem inkonsistenten und nicht ordnungskonformen umweltpolitischen Interventionismus und fördert, nicht nur in der Klimapolitik, einen konzeptionslosen Mitteleinsatz.⁵⁷⁴

Ökologische Probleme führen aufgrund solcher Konzeptionslosigkeit oft erst dann zum Einsatz umweltpolitischer Instrumente, wenn es darum geht, eine bereits eingetretene Verschlechterung der Umweltqualität eines Ökosystems aufzuhalten. Im Ergebnis hinkt die betriebene Umweltpolitik der ökologischen Problematik systemimmanent hinterher.⁵⁷⁵ Doch gerade in der Klimapolitik ist es, aufgrund der Trägheit des Klimasystems und der zeitverzögerten Wirkungen von Klimaschutzmaßnahmen, nicht möglich, zunächst einen eintretenden Klimawandel abzuwarten, um ihn anschließend wieder abzuwenden. Vorausschauendes, effektives und effizientes Handeln sind notwendige Bedingungen für eine erfolgreiche Klimapolitik. Aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge zwischen der Inanspruchnahme der entsprechenden Ökosysteme durch den Menschen und den dadurch ausgelösten Umweltschädigungen ist ein konsistentes Beurteilungsschema für den Einsatz umweltpolitischer Instrumente besonders dringend erforderlich. Ohne eine Theorie der Umweltpolitik und ohne ein umweltpolitisches Leitbild aber kann ein solches konsistentes Beurteilungsschema nicht ausgebildet werden. Weil der derzeitigen Klimapolitik kein umweltpolitisches Leitbild zugrundeliegt, kann der klimapolitische Instrumenteneinsatz allenfalls zufällig zur Erreichung des klimapolitischen Ziels führen. Als ordnungspolitisch ausgerichtet lässt sich die aktuelle deutsche Klimapolitik nicht bezeichnen.

⁵⁷⁰ Vgl. hierzu *Bundeskabinett (2007)*: S. 5 ff., *Böhringer, C./Schwager, R. (2003)*: S. 211 ff., *Goulder, L. H./Parry, I. W. H. (2008)*: S. 164 ff. und *Porter, M. E./van der Linde, C. (1995)*: S. 104 ff.

⁵⁷¹ Vgl. *Maier-Rigaud, G. (1994)*: S. 22.

⁵⁷² Vgl. *Maier-Rigaud, G. (1994)*: S. 22.

⁵⁷³ Vgl. *Maier-Rigaud, G. (1994)*: S. 31.

⁵⁷⁴ Für die Charakterisierung der Umweltpolitik in *Deutschland* als "systemlosen Interventionismus" siehe *Maier-Rigaud, G. (1994)*: S. 22.

⁵⁷⁵ Vgl. *Mishan, E. J. (1993)*: S. 104 i. V. m. S. 107.

Ziel der folgenden Instrumentendiskussion ist es, auf Basis umweltökonomischer Überlegungen, ein geeignetes Instrumentarium zur Regulierung von Treibhausgasemissionen zu bestimmen. Folgende Instrumente der Klimapolitik werden im Rahmen dieser Arbeit diskutiert, weil sie in der realen Klimapolitik und der Umweltökonomik von großer Bedeutung sind:

- die Auflagenpolitik,
- die Preisregulierung über Steuern und Subventionen und
- die mengenpolitische Regulierung über einen Cap and Trade-Ansatz.

Wie *Tabelle 4a* zu entnehmen ist, werden in *Deutschland* u. a. auch zielgerichtet Informationen zu den Themen Klimawandel und Klimaschutzmaßnahmen bereitgestellt.⁵⁷⁶ Damit sollen das Umweltbewusstsein in der Bevölkerung geweckt und diese für die möglichen problematischen Folgewirkungen des Klimawandels sensibilisiert werden.⁵⁷⁷ Mit Verweis auf Vorschläge, mit welchen Maßnahmen individuelle Beiträge zum Klimaschutz geleistet werden könnten, werden auch Aufrufe an die Bevölkerung verfasst, sich individuell „klimafreundlich“ zu verhalten.⁵⁷⁸ Aufgrund ihres freiwilligen Charakters können beide Instrumente jedoch nur begrenzte Wirkungen entfalten.⁵⁷⁹ Denn die Bereitstellung von Informationen zur Erhöhung des Umweltbewusstseins befreit die Individuen nicht aus der sozialen Dilemmasituation, in der sie sich bei der Entscheidung über einen freiwilligen Beitrag zum Klimaschutz befinden.⁵⁸⁰ Weil das Anreizproblem nicht gelöst wird, eignet sich die Informationsbereitstellung nur sehr eingeschränkt als klimapolitisches Instrument.⁵⁸¹ Auch der moralische Appell ist als klimapolitisches Instrument ungeeignet, werden die Adressaten des Appells damit doch lediglich aufgerufen, einen freiwilligen Beitrag zur Lösung eines Kollektivgutproblems zu leisten. Bloße Aufrufe, den aus individueller Sicht rationalen Defektionsanreizen bei der Bereitstellung von Kollektivgütern nicht zu erliegen, stellen aber keine verhaltenswirksamen Anreize dar.⁵⁸² Die Bereitstellung von Informationen zur Forcierung des Umweltbewusstseins und das Ausrufen von Appellen haben

⁵⁷⁶ Vgl. hierfür *CPI (2011)*: S. 3 und *SRU (2008)*: S. 95. Für die entsprechende Auflistung vgl. Kap. 4.1.

⁵⁷⁷ Vgl. für diese Argumentation *Brennan, T. J. (2006)*: S. 145.

⁵⁷⁸ Siehe hierzu beispielhaft das vom Bundesumweltministerium geförderte Online Ratgeberportal: <http://www.klima-sucht-schutz.de>.

⁵⁷⁹ Vgl. hierzu *Krol, G.-J./Karpe, J. (1999)*: S. 67.

⁵⁸⁰ Vgl. hierzu Kap. 3.1.1, in welchem die Situation, in der sich Personen befinden, wenn sie aufgefordert sind, freiwillig einen Beitrag zur Bereitstellung eines Kollektivgutes zu leisten, spieltheoretisch analysiert wird.

⁵⁸¹ Vgl. *Endres, A. (2008)*: S. 370. Siehe auch *Krol, G.-J./Karpe, J. (1999)*: S. 73. Mit steigendem Umweltbewusstsein könnten sich zwar die Payoffs für kooperatives Verhalten erhöhen, allerdings ändern sich infolgedessen nicht auch zwangsläufig die Free Rider-Anreize. Denn auch der Nutzen der allseitigen Kooperation würde höhere Payoffs aufweisen, ebenso wie der Payoff bei einseitiger Defektion. Vgl. hierzu *Endres, A. (2008)*: S. 371.

⁵⁸² Vgl. *Kortenjann, A. (2008)*: S. 40. Siehe hierzu auch *Pies, I. (2000)*: S. 18 und *Fritsch, M. (2011)*: S. 101.

keine unmittelbar entscheidungsrelevanten Wirkungen.⁵⁸³ Aus spieltheoretischer Sicht handelt es sich bei dieser Form der Kommunikation um sog. „cheap talk“.⁵⁸⁴ Eine weitere ökonomische Analyse dieser Instrumente unterbleibt daher.⁵⁸⁵

4.2.1 Beurteilungskriterien klimapolitischer Instrumente

Bevor geklärt werden kann, welche Instrumente zur Regulierung von Treibhausgasimmissionen als besonders geeignet gelten können und welche Wirkungen sie entfalten, werden zunächst die in dieser Arbeit verwendeten Beurteilungskriterien für umweltpolitische Instrumente diskutiert.⁵⁸⁶

4.2.1.1 Ökologische Effizienz

Treffen die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Klimaforschung in Bezug auf die Existenz von Kipp-Punkten im Klimasystem zu, kommt der ökologischen Effizienz der eingesetzten Mittel in der Klimapolitik eine vergleichsweise hohe Bedeutung zu.⁵⁸⁷ Denn verhält sich das Klimasystem nicht linear, besteht bei Überschreitung der Kipp-Punkte die Gefahr, dass es zur Auslösung eines selbst verstärkenden Klimawandels kommt, der über Jahrhunderte unumkehrbar wäre.⁵⁸⁸ Wird die Vermeidung dieser Folgewirkungen als klimapolitisches Ziel ausgewählt, gilt es, die

⁵⁸³ Sie stellen keine Alternativen zu wirksamen Handlungsanreizen dar. Vgl. hierzu *Kortenjann, A. (2008)*: S. 47.

⁵⁸⁴ Für eine ausführliche Analyse der Bedeutung von „cheap talk“ vgl. *Farrell, J./Rabin, M. (1996)*.

⁵⁸⁵ Gleichwohl ist dem Autor bewusst, dass auf Umweltbewusstsein nicht verzichtet werden kann. Das Wissen um natürliche Vorgänge innerhalb der Erdatmosphäre versetzt die Menschen überhaupt erst in die Lage, die sozialen Dilemmata und die möglichen Pareto-Verbesserungen von Klimaschutzmaßnahmen erkennen zu können. Und das individuelle „Wollen“, verbunden mit der Gewissheit, dass ein Klimaziel nur gemeinsam mit anderen erreicht werden kann, stellt die Basis für die Entfaltung von Nachfrage nach Klimapolitik auf politischen Märkten dar. Auf Umweltbewusstsein gründet sich nämlich die Wahrnehmung, dass ein ökologisches Problem vorliegt, und es wünschenswert ist, dieses abzumildern. Dies ist auf politischer Ebene die Voraussetzung dafür, die Rahmenbedingungen des Wirtschaftens um ökologisch-funktionale Zusammenhänge erweitern zu wollen. Zudem bildet Umweltbewusstsein auf Ebene der regulierten Wirtschaftssubjekte die Grundlage für die Akzeptanz der eingesetzten Instrumente und des erforderlichen Einsatzes knapper Mittel und Ressourcen, die dann für andere Zwecke nicht mehr zur Verfügung stehen. Vgl. hierzu *Krol, G.-J./Karpe, J. (1999)*: S. 71 f. und *Frey, B./Kucher, M. (1998)*: S. 13. Umweltbewusstsein ist eine notwendige Bedingung für den Einsatz anreizkompatibler klimapolitischer Instrumente.

⁵⁸⁶ Eine Übersicht über zweckmäßige Beurteilungskriterien für umweltpolitische Instrumente findet sich bei *Siebert, H. (2005)*: S. 130 f. Da es im Rahmen dieser theoretischen Instrumentendiskussion insbesondere um zielkonforme Mittel der Klimapolitik geht, erfolgt die Beurteilung der Instrumente anhand der ökologischen Treffsicherheit, der ökonomischen Kosteneffizienz und der dynamischen Effizienz, vgl. *Fritsch, M. (2011)*: S. 99.

⁵⁸⁷ *Weimann* bemerkt in diesem Zusammenhang, dass „[...] sich die deutsche Wirtschaft in vielen Situationen als äußerst robust erwiesen hat und insbesondere eine hohe Fehlerresistenz im Hinblick auf wirtschaftspolitische Entscheidungen bewies“, es hingegen fraglich sei, ob das Klimasystem „ähnlich gelassen“ auf Zielverfehlungen in der Klimapolitik reagiere, *Weimann, J. (2009b)*: S. 213. Für die Bedeutung der Kipp-Punkte innerhalb des Klimasystems siehe Kap. 1.2.

⁵⁸⁸ Zu den möglichen sozioökonomischen und ökologischen Auswirkungen des Klimawandels siehe Kap. 1.3 und 1.5.

Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre nicht über einen gewählten Wert hinaus ansteigen zu lassen. Wo dieser, üblicherweise in Einheiten CO₂-Äquivalente pro eine Million Luftmoleküle (ppm) ausgedrückte Zielwert liegen könnte, und dass seine Bestimmung mit Unsicherheit behaftet ist, wurde bereits erörtert.⁵⁸⁹ An dieser Stelle bleibt lediglich hervorzuheben, dass mit der atmosphärischen Treibhausgasimmissionsmenge auf globaler Ebene eine absolute Zielgröße ausgewählt worden ist. Relative Zielbestimmungen, wie etwa maximal zulässige Treibhausgasemissionsmengen je erzeugter BIP-Einheit sind als nationale klimapolitische Zwischenzielgrößen daher nicht geeignet. Für den Instrumenteneinsatz bedeutet dies, dass dieser nur dann als zielkonform bezeichnet werden kann, wenn damit ein absolutes Mengenziel sicher erreicht werden kann.

Bei der Beurteilung, ob ein klimapolitisches Instrument als ökologisch effizient einzustufen ist, gilt es sich zudem zu vergegenwärtigen, dass die Reduktion der Emission von Treibhausgasen auf nationaler Ebene zugleich eine bestimmte weltweite Reduktion erfordert. Dieser zunächst trivial erscheinende Zusammenhang ist nicht immer sichergestellt. Beiträge zum Klimaschutz müssen dazu zwei Signifikanzbedingungen erfüllen. Die Erreichung des festgelegten nationalen, absoluten Emissionsziels führt erstens nur dann zu einem realen Klimaschutzbeitrag, wenn es infolge des nationalen klimapolitischen Instrumenteneinsatzes nicht zu Carbon Leakage kommt.⁵⁹⁰ Denn schließlich würde das atmosphärische Konzentrationsniveau an Treibhausgasen weiterhin ansteigen, wenn eine klimapolitische Regulierung lediglich Emissionsverlagerungen zur Folge hätte. Zweitens muss zum Wirksamwerden des nationalen Beitrags die erforderliche globale Bereitstellungsschwelle des Threshold-Gutes Klimaschutz überschritten werden. Solange die Gesamtmenge aller weltweit vermiedenen Treibhausgasemissionen diese Bereitstellungsschwelle nicht überschreitet, kann jeder erbrachte reale Klimaschutzbeitrag allenfalls als eine Art Vorleistung interpretiert werden, die unter einem Wirkungsvorbehalt steht.

Weil die tatsächliche Wirksamkeit des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes lediglich ex post ermittelbar ist, kann sich die Überprüfung der ökologischen Effizienz ex ante lediglich darauf beziehen, inwieweit ein Instrument potenziell dazu geeignet ist, ein nationales Emissionsziel sicher zu erreichen und inwiefern der Instrumenteneinsatz das Ausmaß von Carbon Leakage-Effekten zu beeinflussen vermag. Die Erfüllung der ersten Signifikanzbedingung hängt damit maßgeblich davon ab, welches klimapolitische Instrument eingesetzt wird und wie dessen Einsatz konkret ausgestaltet wird. Die Erfüllung der zweiten Signifikanzbedingung ist davon abhängig, ob auf internationaler Ebene ein wirksames Klimaschutzabkommen verabschiedet worden ist. Allerdings existiert zurzeit weder ein wirksames Klimaschutzabkommen, noch sind die derzeitigen unkoordinierten Klimaschutzbemühungen, die auf Ebene vieler Staaten unter-

⁵⁸⁹ Vgl. Kap. 1.4, 2.2.3 und 2.2.4.

⁵⁹⁰ Für die Behandlung der Carbon Leakage-Problematik siehe Kap. 3.3.5.

nommen werden, hinreichend, um Klimaschutz bereitzustellen.⁵⁹¹ Ökologische Effizienz können die derzeit eingesetzten klimapolitischen Instrumente daher nicht entfalten. Sämtliche Klimaschutzbemühungen erfolgen aktuell unter dem Vorbehalt ihrer Klimawirksamkeit. Weil diese Problematik alle im Folgenden betrachteten Instrumente gleichermaßen betrifft, wird für die Analyse des Instrumenteneinsatzes die zweite Signifikanzbedingung als erfüllt angenommen. D. h., es wird unterstellt, dass ein internationales Klimaschutzabkommen verabschiedet worden sei. Dieses Abkommen umfasse nicht alle Staaten der Erde, sondern, wie in Kapitel 3 skizziert, eine multilaterale Koalition von Staaten, die sich auf die Bereitstellung des Threshold-Gutes Klimaschutz verständigt hätten.⁵⁹² In dem Abkommen hätten sich die Staaten darauf geeinigt, gemeinsam eine Menge Treibhausgasemissionen zu vermeiden, die hinreichend sei, um die Bereitstellungsschwelle des Threshold-Gutes Klimaschutz zu überschreiten. Jeder Klimaschutzbeitrag eines jeden Mitglieds der multilateralen Koalition sei notwendig, um das vereinbarte klimapolitische Ziel realisieren zu können. Wäre *Deutschland* Teil einer solchen multilateralen Koalition zum Schutz des Klimas könnte der deutsche klimapolitische Instrumenteneinsatz ökologische Wirksamkeit entfalten. Für den Fall, dass die anderen Mitgliedsstaaten der Koalition ihre jeweiligen realen Klimaschutzbeiträge erbringen, wäre dies möglich, wenn erstens das nationale Emissionsmengenziel in *Deutschland* sicher erreicht und zweitens mögliche Carbon Leakage-Effekte eingedämmt würden.

4.2.1.2 Ökonomische Effizienz

Neben der grundsätzlichen Eigenschaft eines Instruments, ein ökologisches Ziel überhaupt erreichen zu können, wird das Merkmal der Kosteneffizienz als ein weiteres Beurteilungskriterium herangezogen. Kosteneffizient ist der Mitteleinsatz in der Klimapolitik dann, wenn ein gegebenes Ziel zu möglichst geringen Kosten erreicht werden kann.⁵⁹³ Würde Klimapolitik mit ineffizienten Instrumenten betrieben, hätte dies zur Folge, dass Ressourcen verschwendet würden, die zur Erreichung anderer wohlfahrtsfördernder Ziele nicht mehr zur Verfügung stünden. Handelte eine Gesellschaft derart verschwenderisch, stellte sie sich ärmer – bezogen auf den Grad der möglichen materiellen Bedürfnisbefriedigung – als sie es bei gegebenem Umweltziel tatsächlich müsste.⁵⁹⁴ Die Kosteneffizienz des Mitteleinsatzes ist sichergestellt, wenn die Grenzkosten

⁵⁹¹ Für das Fazit, dass die derzeitigen Klimaschutzbemühungen nicht ausreichen, Klimaschutz zu realisieren, vgl. Kap. 3.1.3.3.

⁵⁹² Für die Analyse der Bereitstellungssituation, in der sich Staaten befinden, sollte es sich beim Klimaschutz um ein Threshold-Gut handeln, vgl. Kap. 3.3.4.

⁵⁹³ Vgl. *Fritsch, M. (2011): S. 99.*

⁵⁹⁴ Würde ein bestimmtes Budget zur Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen gewählt, bedeutet ein ineffizienter Mitteleinsatz, dass mit jedem in Klimaschutzmaßnahmen investierten Euro mehr Klimaschutz möglich gewesen wäre, wenn ein effizienter Instrumenteneinsatz erfolgt wäre. Letzteres ist insbesondere dann problematisch, wenn aufgrund der ökonomischen Ineffizienzen des Mitteleinsatzes mögliche temperatursensible Schwellen resp. die Kipp-Punkte innerhalb des Klimasystems über-

der durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen weltweit gleich hoch sind.⁵⁹⁵ Werden nicht in sämtlichen Ländern Instrumente zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen eingesetzt, sondern kommt es nur in einem Teil der internationalen Staatengemeinschaft dazu, bleiben potenziell günstige Vermeidungsoptionen u. U. systematisch ungenutzt. Dies wäre dann der Fall, wenn den regulierten Wirtschaftssubjekten die Restriktion auferlegt würde, Klimaschutzmaßnahmen nur innerhalb des Hoheitsgebiet der teilnehmenden Staaten durchführen zu dürfen, es aber außerhalb des Regulierungsraumes günstigere Vermeidungsmöglichkeiten gäbe. Würden klimapolitische Instrumente derart regional begrenzt eingesetzt, würde sich Kosteneffizienz nicht einstellen können. Unter dieser Bedingung wäre nur ein relativer Vergleich der entstehenden Kosten des Mitteleinsatzes möglich.

4.2.1.3 *Dynamische Effizienz*

Derzeit, das heißt auf Basis von Daten aus dem Jahr 2011, wird der gesamte weltweite Energiebedarf der Menschheit zu rund 82 % durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe gedeckt.⁵⁹⁶ Status quo-Prognosen der *Internationalen Energieagentur (IEA)* zufolge wird dieser Anteil bis 2035 bei gegebener Energiepolitik, d. h. mit allen weltweit bis Mitte 2013 eingesetzten Instrumenten zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energieträger, auf rund 80 % leicht sinken.⁵⁹⁷ Der absolute Energieverbrauch wird im Laufe des betrachteten Zeitraums von rund 13 Mrd. deutlich auf rund 18,6 Mrd. Tonnen verbrauchter Erdöläquivalente zunehmen.⁵⁹⁸ Das bedeutet die effizienzsteigernden und emissionsenkenden Wirkungen, die der technische Fortschritt bei Vermeidungstechnologien in der Status Quo-Prognose infolge des Einsatzes klimapolitischer Instrumente auslöst, werden vom wachsenden Energiebedarf überkompensiert. Da mit den damit einhergehenden Treibhausgasemissionen das auf internationaler Ebene proklamierte 2°-Ziel nicht eingehalten werden kann, sind effizientere Maßnahmen zum Klimaschutz umzusetzen als es derzeit der Fall ist. Die Fähigkeit und die Geschwindigkeit, mit der die Menschheit in der Lage ist, dies tatsächlich umzusetzen, hängen zum einen von den Kosten des Instrumenteneinsatzes ab und zum anderen von der Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit der verwendeten Vermeidungstechniken. Letzteres wiederum ist abhängig vom Stand des technischen Wissens. Als dynamisch effizient kann der klimapolitische Mitteleinsatz bezeichnet werden, wenn dieser Anreize zur technischen Weiterentwicklung von Vermeidungstechnologien bietet. Führt der technische Fortschritt zu sinkenden Grenzkosten der Emissionsvermeidung, liegt in der Weiterentwicklung solcher Technologien ein großes Potenzial, um das anthropogene Klimaproblem zu

schrritten werden. Damit würde die ökonomische Effizienz zu einer notwendigen Bedingung zur Erreichung der ökologischen Effizienz.

⁵⁹⁵ Vgl. Goodstein, E. S. (2008): S. 306.

⁵⁹⁶ Vgl. IEA (2013b): S. 57.

⁵⁹⁷ Vgl. IEA (2013b): S. 56 f.

⁵⁹⁸ Vgl. IEA (2013b): S. 58.

lösen.⁵⁹⁹ Ein umweltpolitisches Instrument ist dann c. p. umso eher vorzuziehen, je größer die davon ausgelösten Anreize zur Erforschung, Erprobung und Anwendung neuer Techniken sind.⁶⁰⁰

Als Optionen für die technische Weiterentwicklung von Vermeidungstechniken bieten sich Effizienzsteigerungen bei bestehenden Technologien an, so dass ein Output mit geringerem Energieeinsatz möglich wird, die Entwicklung neuartiger Energieerzeugungstechniken oder der Einsatz von Technologien, mit denen eine dauerhafte nicht atmosphärische Speicherung von Treibhausgasen gelingt. Auch die Minimierung von Übertragungsverlusten bietet technische Verbesserungspotenziale. Damit regenerative Energien als Substitute zu konventionellen Kraftwerken auch im Grundlastbereich eingesetzt werden können, bedarf es technischer Innovationen im Bereich der Speicherung von Energie. Ohne Speichertechniken kann mit Sonnen- oder Windkraft wegen des Tag- und Nachtwechsels, variierender Sonnenscheindauer, Bewölkungsgraden oder Windgeschwindigkeiten eine gleichmäßige, konstant hohe Energiebereitstellung nicht sichergestellt werden. Damit mittels technischen Fortschritts die Klimaschutzziele erreichbar werden, sind sowohl Grundlagen- als auch Anwendungsforschung notwendig. Doch nicht nur die Entwicklung neuer Techniken, auch die Verbreitung bekannter aber nicht flächendeckend eingeführter Technologien ist zur Zielerreichung nötig.⁶⁰¹ Gerade vor dem Hintergrund des zu erwartenden starken Anstiegs der Energienachfrage in Entwicklungs- und Schwellenländern, ist die weltweite Verbreitung des derzeit technisch Machbaren, insofern es sich um marktreife Technologien handelt, eine weitere Option.⁶⁰²

4.2.2 Auflagenregulierung

Auflagen stellen wirtschaftspolitische Instrumente mit direkter Zielwirkung dar, die mit der Absicht eingesetzt werden, das Verhalten der Wirtschaftssubjekte in einer gewünschten Weise zu beeinflussen. Unter einer Auflagenpolitik ist in einer Entscheidungssituation die Anzahl erlaubter Handlungsalternativen stets geringer als die Menge aller möglichen Handlungsoptionen.

⁵⁹⁹ Selbstverständlich bietet auch der freiwillige Verzicht auf eine energieintensive Lebensweise große Einsparpotenziale. Eine solche Reaktion ist aber üblicherweise nicht zu erwarten, wenn Menschen die Maximierung ihres individuellen materiellen Wohlstands anstreben. Bei gegebener Nutzungsdensität von Technologien, die auf fossilen Rohstoffen basieren, bietet sich auch eine drastische Reduktion der Bevölkerungszahl zur Erreichung von Klimazielen nur auf Basis von Überlegungen an, bei der humanitäre Überlegungen keine Berücksichtigung finden. Keinesfalls erkennt der Autor hier einen Hebel zur Abmilderung des Klimaproblems. Möglich erscheint in diesem Zusammenhang lediglich eine steuernde, anreizkompatible vorausschauende Familienpolitik, bei deren Durchsetzung die Nutzung von Zwangsinstrumenten aus Gründen der Achtung von Menschenrechten unterbleiben sollte.

⁶⁰⁰ Vgl. *Requate, T. (2006)*: S. 125.

⁶⁰¹ Vgl. *Weimann, J. (2009b)*: S. 220.

⁶⁰² Während der Anteil am globalen Energieverbrauch von Staaten, die nicht der *OECD* angehören, im Jahr 2011 noch bei rund 57 % lag, wird dieser Anteil, einer Status quo-Prognose der *IEA* zufolge, im Jahr 2035 bereits bei rund 66 % liegen. Vgl. *IEA (2013b)*: S. 58.

Durch Gebote werden bestimmte Verhaltensweisen vorgeschrieben und durch Verbote einzelne Handlungsalternativen vollständig untersagt.⁶⁰³ Damit die regulierten Individuen unerlaubte Handlungen unterlassen, sind wirksame Auflagen auch immer mit Sanktionen belegt, deren Durchsetzung glaubhaft sein muss.⁶⁰⁴

Unabhängig davon, welches Instrument letztlich eingesetzt wird, ohne Sanktionen kommt keine Umweltregulierung aus; schließlich ist in jedem Fall festzulegen, was die Wirtschaftssubjekte erwartet, sollten sie Umweltregulierungen verletzen.⁶⁰⁵ Solange der Erwartungswert der Sanktion über dem Erwartungsnutzen einer unerlaubten Handlungsalternative liegt, kann aus ökonomischer Sicht die Einhaltung der Auflage erwartet werden. Diese Bedingung wird im Rahmen der weiteren Instrumentendiskussion als erfüllt erachtet.⁶⁰⁶

4.2.2.1 Zur ökologischen Treffsicherheit von Auflagen

Grundsätzlich können Auflagen so ausgestaltet werden, dass sie ökologisch treffsicher sind. Werden sie als absolute Emissionsgrenzen für Emittenten formuliert, sind die Sanktionen für über den Grenzwerten liegende Schadstoffausstöße hoch genug und die Emittenten von Schadstoffen zweifelsfrei ermittelbar, kann ein bestimmtes umweltpolitisches Immissionsziel erreicht werden.⁶⁰⁷ Werden relative Emissionsgrenzen formuliert, benötigt der Regulierer für eine zielkonforme Ausgestaltung neben dem Wissen über die Anzahl von Emissionsanlagen auch Informationen über deren Nutzungsintensität, um eine zulässige, absolute Gesamtemissionsmenge innerhalb eines Betrachtungszeitraumes bestimmen zu können.⁶⁰⁸ Sind diese Informationen verfügbar, kann eine als gesellschaftlich unerwünscht empfundene Umweltbelastung auf ein akzeptables Maß reduziert werden.⁶⁰⁹

Eine Auflagenregulierung kann auch an technischen Normen ansetzen. Produzenten wird dann die Einhaltung technischer Standards bei Produktionsprozessen vorgeschrieben. Auch werden Vorschriften für die Gestaltung von Produkten oder die Einhaltung technischer Mindestanforderungen formuliert, ohne deren Erfüllung ein Produkt nicht in den Handel gebracht werden darf. Der Fokus liegt damit nicht auf der Formulierung einer ökologisch orientierten Handlungsbeschränkung für Wirtschaftssubjekte, die eine freie Auswahl unter verbliebenen, rechtlich

⁶⁰³ Vgl. Fees, E. (2007): S. 59.

⁶⁰⁴ Vgl. Schelling, T. C. (2006): S. 2.

⁶⁰⁵ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 344.

⁶⁰⁶ Als Standardwerk für die Analyse der Auswirkungen von Gesetzen auf das individuelle Verhalten gilt Posner, R. (2011). Dass aus Gründen der Vereinfachung auf die Analyse der Auswirkung nicht regelkonformen Verhaltens verzichtet wird, soll nicht bedeuten, dass die damit verbundenen Probleme vernachlässigbar wären. Eine Übersicht über mögliche Probleme fehlender rechtlicher Durchsetzbarkeit von Umweltregulierungen bieten Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 695 ff.

⁶⁰⁷ Vgl. Fees, E. (2007): S. 63 f. oder Siebert, H. (2005): S. 132.

⁶⁰⁸ Vgl. Fees, E. (2007): S. 69.

⁶⁰⁹ Vgl. Kemper, M. (1993): S. 34.

zulässigen Ausweichreaktionen erlaubt. Setzt eine Auflagenregulierung an technischen Normen an, stehen Güter, d. h. einzelne Anlagen und Verbrauchsgegenstände, die wohldefinierte Eigenschaften erfüllen müssen, im Mittelpunkt der Regulierung. In der deutschen Klimapolitik ist diese Art der Auflagenregulierung vorherrschend. Ihre Anwendung führt dazu, dass nur solche mit Treibhausgasemissionen einhergehende Aktivitäten klimapolitisch reguliert werden, bei denen Güter genutzt werden, die Gegenstand einer „Positivliste“ sind. Auf diese Weise wird die Regulierung der Treibhausgasemissionen transformiert in ein Verbot von 100 Watt Glühlampen oder in Gebote zur Bestimmung eines maximal zulässigen Energieverbrauchs von Fernsehern im Stand by-Betrieb, der erforderlichen Dicke der Wärmedämmung von Häusern, von Beimischungsquoten für Bioethanol und Biodiesel und von Energieeffizienzgraden für Verbrennungsanlagen.⁶¹⁰ Dabei treten oft Detailprobleme auf, deren Bewältigung dazu führt, dass eine Klimapolitik nach dem Vorbild der „russischen Puppen“ betrieben wird: Keine Detailregelung scheint so ausdifferenziert, als dass sie nicht noch mehr ins Detail gehen könnte.⁶¹¹

Aus ökologischer Sicht ist eine solche Vorgehensweise mindestens aus zwei Gründen bedenklich: Erstens wird das umweltpolitische Ziel lediglich ausgehend von einem, einer Regulierungsbehörde bekannten, wirtschaftlich-technischen Potenzial bestimmt.⁶¹² Zweitens bleiben die tatsächlichen Auswirkungen auf das ökologische System unbestimmt. Die umweltpolitische Zielfestlegung wird damit, wenn die Instrumente technokratisch ausgestaltet sind, nicht vom Ausmaß eines zugrundeliegenden ökologischen Problems bestimmt. Vielmehr bemisst sich die Zielfestlegung danach, was auf Basis technisch-betriebswirtschaftlicher Überlegungen für möglich gehalten wird bzw. danach, was davon auf politischer Ebene und auf Ebene der staatlichen Verwaltung geistig nachvollzogen werden konnte. Umweltpolitischer Handlungsbedarf entsteht aber, diesem Vorgang diametral gegenüberstehend, unabhängig vom Stand der Technik, nämlich durch die Übernutzung einer natürlichen Ressource. Übersteigt ein Schadstoffeintrag das Absorptionsvermögen eines Aufnahmemediums, können Schäden nur mit einem verminderten

⁶¹⁰ So werden auf europäischer Ebene produktspezifische Grenzwerte bzgl. des Energieverbrauchs von Elektrogeräten vorgegeben. Bei einigen Geräten, insbesondere aus dem Bereich der Unterhaltungselektronik, wird sogar der Einbau bestimmter technischer Merkmale vorgeschrieben. Um den Energieverbrauch von im Stand by gehaltenen Geräten zu minimieren, wird das Vorhandensein eines Netzschalters verlangt. Vgl. *EU-Ökodesign-Richtlinie (2009)*. In Deutschland wird etwa verlangt, dass neu installierte Feuerungsanlagen dem „Stand der Technik“ in Bezug auf eingesetzte Verfahren zur Begrenzung von Schadstoffemissionen entsprechen müssen. „Der Stand der Technik [...] ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden, zur Gewährleistung der Anlagensicherheit, zur Gewährleistung einer umweltverträglichen Abfallentsorgung oder sonst zur Vermeidung oder Verminderung von Auswirkungen auf die Umwelt zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt gesichert erscheinen lässt.“, *BImSchG (2011)*: § 3 Abs. 6 Satz 1.

⁶¹¹ Vgl. *Maier-Rigaud, G. (1994)*: S. 21.

⁶¹² Vgl. *Maier-Rigaud, G. (1994)*: S. 15. In der bürokratisch-technischen Auflagenformulierung für eine unüberschaubare Anzahl technischer Geräte und Anlagen drückt sich das eingangs angesprochene fehlende umweltpolitische Leitbild aus.

Schadstoffeintrag verhindert oder zurückgeführt werden. Ökologische Effizienz stellt sich stets erst bei Erreichung des dazu notwendigen Mengenziels ein, dies auch dann, wenn formulierte Umweltziele und die zu ihrem Zweck eingesetzten Instrumente gerade nicht an Mengen ansetzen, wie es bei der technokratischen Auflagenpolitik der Fall ist.

Wenn sich Umweltpolitik in der Festlegung sachbezogener, individueller technischer Normen erschöpft, sind Ziel und Instrument letztlich deckungsgleich, denn Zielkonformität bedeutet dann lediglich, den gesetzlichen Standard zu erfüllen.⁶¹³ Vom regulierten Wirtschaftssubjekt wird nichts anderes verlangt, als eine bestimmte Technik bei sämtlichen seiner Produktions- und Konsumhandlungen zu verwenden. Wenn sich Ziel und Instrument aber entsprechen, sind Defizite in der Umweltpolitik ausschließlich Vollzugsdefizite und eine Diskussion über anzustrebende Mengenziele findet nur innerhalb eines gegebenen technischen Rahmens statt. Ein solcher technischer Ansatz setzt für die ökologische Zielerreichung voraus, dass der umweltpolitische Regelungsbedarf in etwa dem entspricht, was zur Zeit der Regelaufstellung als technisch umsetzbar erscheint.⁶¹⁴ Aus einer solchen Perspektive dürfte der Klimawandel kaum aufzuhalten sein, geht doch der dazu nötige Reduktionsbedarf an Treibhausgasemissionen weit über das hinaus, was auf Basis der zurzeit eingesetzten Techniken für möglich gehalten wird.⁶¹⁵ Für eine ökologisch treffsichere Auflagenregulierung muss zudem die technische und verhaltensmäßige Anpassung der Wirtschaftssubjekte an die Regulierungsvorgaben als klar vorgezeichnet und bekannt unterstellt werden, damit der Einfluss der Auflagenregulierung auf die Bewältigung eines Umweltproblems überhaupt abgeschätzt werden kann.⁶¹⁶ Das Verhalten von Menschen über mehrere Dekaden zutreffend zu prognostizieren, ist allerdings unmöglich.

Wenn sich Umweltpolitik ausschließlich im Bereich der Definition technischer Normen abspielt, und mit den eingesetzten Kontrollverfahren lediglich der Einsatz des vorgeschriebenen Mindeststandards überprüft wird, führt eine Auflagenpolitik allenfalls zufällig zu ökologischer Effizienz.⁶¹⁷

⁶¹³ Vgl. Maier-Rigaud, G. (1994): S. 16.

⁶¹⁴ Der technische Ansatz hat vor allem in der Zeit einsetzender Umweltpolitik in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts Erfolge vorzuweisen, vgl. Goodstein, E. S. (2008): S. 273 f. Im Laufe der Zeit stiegen die ökologischen Erfolge aber weniger stark an als das Ausmaß der Regulierung, was schlicht auf den abnehmenden Grenznutzen von Vermeidungstechnologien hinweist. Mit zunehmender wirtschaftlicher Aktivität und einer immer intensiveren Nutzung von Ökosystemen sind dem technischen Ansatz enge Grenzen gesetzt. Vgl. Goodstein, E. S. (2008): S. 282.

⁶¹⁵ Vgl. hierzu die in Kap. 4.2.1.3 vorgestellte Status quo-Prognose der IEA in Bezug auf die Entwicklung des Energieverbrauchs und der eingesetzten Energieträger.

⁶¹⁶ Vgl. Fees, E. (2007): S. 64.

⁶¹⁷ Ökologisch treffsicher könnte diese Art der Auflagenregulierung nur dann sein, wenn der umweltpolitische Regulierer über vollständige Informationen verfügen würde. Vgl. Goodstein, E. S. (2008): S. 280.

4.2.2.2 *Zur ökonomischen Effizienz von Auflagen*

Um Kosteneffizienz erreichen zu können, sind Informationen über die Kosten alternativer Vermeidungsmaßnahmen notwendig. Allerdings liegen diese Informationen einem klimapolitischen Entscheider nicht vor. Sie sind vielmehr Teile eines dezentralen, bei unterschiedlichen Wirtschaftssubjekten vorliegenden, Wissensbestandes. Die potenziell von Klimaschutzregulierungen Betroffenen verfügen über eben jene Informationen, die der klimapolitische Entscheider zur Durchführung kosteneffizienter Auflagenpolitik benötigt. Allerdings sieht sich der Regulierer mit einem fundamentalen Informationsproblem konfrontiert: Um Kosteneffizienz zu erreichen, muss er diejenigen Wirtschaftssubjekte zur Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen bringen, die sich den geringsten Grenzkosten der Vermeidung gegenübersehen. Um genau diese Wirtschaftssubjekte regulieren zu können, muss er sie zunächst jedoch identifizieren und alle Wirtschaftssubjekte nach den Kostenstrukturen möglicher Vermeidungsoptionen befragen. Für die potenziell von Abgaben, Zwangsinvestitionen oder Auflagen bedrohten Wirtschaftssubjekte kommt die Anfrage des Regulierers nach den individuellen Vermeidungskosten der Frage nach der individuellen Zahlungsbereitschaft für Klimaschutzmaßnahmen gleich. Werden die Wirtschaftssubjekte aber nach ihrer Zahlungsbereitschaft gefragt, und können sie davon ausgehen, dass sie in Abhängigkeit von der Antwort auch reguliert werden, befinden sie sich in einer strategischen Entscheidungssituation.⁶¹⁸ So müssen sie umso eher mit einer Regulierung rechnen, je niedriger die von ihnen angegebenen Vermeidungskosten sind. Verlaufen ihre Vermeidungskosten tatsächlich auf niedrigem Niveau und offenbaren sie diese wahrheitsgemäß, werden sie reguliert und leisten einen Beitrag zur Erreichung eines gesamtgesellschaftlich kosteneffizienten Klimaschutzes. Während der Nutzen dieser Regulierung bei allen Gesellschaftsmitgliedern anfällt, fallen die Kosten aber nur bei denjenigen Akteuren an, die wahrheitsgemäß über das niedrige Niveau ihrer Vermeidungskosten berichtet haben. Bei der Beantwortung der Frage des Regulierers nach der Höhe der individuellen Vermeidungskosten ist daher mit systematischen Übertreibungen zu rechnen. Auf Basis von Befragungen kann kosteneffizienter Klimaschutz daher nicht realisiert werden. Solange es keine praktisch umsetzbaren Mechanismen zur Offenbarung von Präferenzen für öffentliche Güter gibt, die der Staat in einer solchen Situation einsetzen könnte, kann es ihm auch in der Klimaregulierung nicht gelingen, die für eine kosteneffiziente Regulierung notwendigen Informationen zu sammeln.⁶¹⁹

Unter der Bedingung unvollständig vorliegender und zu Lasten des Regulierers asymmetrisch verteilter Informationen kann die Verwendung des auflagenpolitischen Instrumentariums nur zufällig zu einer ökonomisch effizienten ökologischen Zielerreichung führen. Die Verwen-

⁶¹⁸ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 72.

⁶¹⁹ Vgl. Weimann, J. (2009b): S. 218.

dung von Auflagen gilt daher als ineffizient.⁶²⁰ Empirische Untersuchungen stützen diese These schon seit langem.⁶²¹

4.2.2.3 Zur dynamischen Effizienz von Auflagen

Wie auch bei der Realisierung der Absicht, Kosteneffizienz herstellen zu wollen, hindern asymmetrisch verteilte Informationen den Regulierer daran, das auflagenpolitische Instrument dynamisch effizient auszugestalten. Die Informationen in Bezug auf das technische Entwicklungspotenzial zur Vermeidung von Schadstoffemissionen und die damit verbundenen Kosten liegen ausschließlich den zu regulierenden Wirtschaftssubjekten vor, die keinen Anreiz haben, den Regulierer über das mögliche technische Potenzial aufzuklären.⁶²² Denn solange eine Auflagenpolitik, wie derzeit, am technisch Machbaren ausgerichtet ist, das in Absprache der Regulierungsbehörde mit den zu regulierenden Wirtschaftssubjekten definiert wird, beinhaltet jede Preisgabe von Informationen über zukünftige Entwicklungspotenziale bei Vermeidungstechnologien die Gefahr, dass sich daran eine strengere zukünftige Regulierung orientieren wird. Solange es das umweltpolitische Instrumentarium lediglich erforderlich macht, bestimmte bekannte Techniken einzusetzen, wird sich die technische Entwicklung im Bereich des Umweltschutzes daran ausrichten, der Regulierung möglichst kostengünstig zu entsprechen. Um die mit technischen Neuentwicklungen verbundenen Forschungs-, Entwicklungs- und Implementierungskosten zu umgehen, wird eine Informationsweitergabe von den regulierten Wirtschaftssubjekten an die Regulierungsbehörde systematisch unterbleiben. Diese Verweigerung, Beiträge zum technischen Fortschritt zu leisten, neue Techniken zu entwickeln und zügig zu realisieren, wird plakativ mit der Rede vom „Schweigekartell der Oberingenieure“ umschrieben.⁶²³ Das auflagenpolitische Instrumentarium ist daher nicht dazu geeignet, Impulse zur Steigerung des technischen Fortschrittes oder zur Entdeckung zukunftsfähiger, nachhaltiger Formen des Wirtschaftens auszulösen. Es wirkt vielmehr in entgegengesetzter Richtung, wenn die regulierten Wirtschaftssubjekte auf Basis individuell-rationaler Überlegungen agieren. Schließlich lohnt sich bei technokratisch ausgerichteter Umweltpolitik aus individueller Sicht nicht die Forcierung des technischen Fortschritts, sondern dessen Verzögerung.⁶²⁴ Insofern vermag eine Auflagenpolitik auch lediglich, den Durchsetzungsgrad vorhandener Techniken zu erhöhen, indem deren Anwendung gesetzlich vorgeschrieben wird.⁶²⁵ Dabei ist an dieser Stelle festzuhalten, dass dieses Defizit dem

⁶²⁰ Vgl. Fees, E. (2007): S. 67, Goodstein, E. S. (2008): S. 279 oder Siebert, H. (2005): S. 133.

⁶²¹ Vgl. Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 686.

⁶²² Vgl. Goodstein, E. S. (2008): S. 279.

⁶²³ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 356.

⁶²⁴ Vgl. Goodstein, E. S. (2008): S. 279 oder Kemper, M. (1993): S. 163.

⁶²⁵ Diesem Weg folgend werden in der Bundesrepublik mit dem *Bundesimmissionsschutzgesetz* und der *Energieeinsparverordnung* technische Mindestanforderungen formuliert und mit dem *Erneuerbare Energien Gesetz* und dem *Erneuerbare Energien Wärmegesetz* bestimmte Energieerzeugungstechniken subventioniert bzw. ihr Einsatz unter bestimmten Bedingungen vorgeschrieben.

statisch ausgerichteten, bürokratisch-technischen Instrumenteneinsatz zuzurechnen ist und nicht fehlendem Umweltbewusstsein auf Seiten der Regulierten.

4.2.2.4 *Fazit zur Eignung der Auflagenregulierung*

Wenn die äußerst restriktiven Informationsbedingungen erfüllt werden, ist eine Auflagenpolitik potenziell in der Lage, ein umweltpolitisches Ziel zu erreichen. Allerdings kommt es selbst dann auf die konkrete Ausgestaltung an. Denn, ob mit Auflagen ein beabsichtigtes Mengenziel auch tatsächlich erreicht werden kann, hängt von den gewählten technischen Subzielen ab, deren Erreichung eine Auflage sicherstellen kann und von den Beziehungen, in denen diese zum proklamierten Immissionsziel stehen. Unter der Bedingung unvollständig vorliegender Informationen sind ökologische Treffsicherheit und ökonomische Effizienz aber nur zufällige Eigenschaften des auflagenpolitischen Instrumentariums. Dies trifft umso eher zu, je dynamischer sich das reale Wirtschaftsgeschehen darstellt.⁶²⁶ In einer dynamischen Ökonomie kann es nämlich trotz der Festlegung umweltpolitisch begründeter Auflagen zu einer steigenden Umweltbelastung kommen, wenn die Anzahl der zulässigen Emissionsquellen nicht ebenfalls festgelegt wird; bloßes wirtschaftliches Wachstum kann bei Abwesenheit von Immissionsgrenzwerten zu steigenden Schadstoffeinträgen in das als schützenswert eingestufte ökologische System führen. Dies mittels Auflagen zu verhindern, würde es in der Klimapolitik erforderlich machen, jede einzelne Handlung, bei der es zur Emission von Treibhausgasen kommt, zu restringieren. Sämtliche Politik- und Wirtschaftsbereiche wären von einer immissionsorientierten aber an technischen Normen ansetzenden Auflagenregulierung in der Klimapolitik betroffen. Es müsste bspw. in der Agrarwirtschaft die Art und Menge eingesetzten Düngers reguliert werden, der Landschaftsverbrauch oder die Anzahl gehaltenen Mastviehs beschränkt, die Flächennutzungsart oder die Qualität des Tierfutters vorgegeben werden. In der Verkehrspolitik wäre nicht nur der Spritverbrauch, sondern auch die individuell zurückgelegte Kilometeranzahl zu regulieren und das Fahrverhalten vorzuschreiben.

Würde man nach diesem skizzierten, althergebrachten auflagentechnischen Muster vorgehen, um das Problem des anthropogenen Klimawandels zu lösen, benötigte man dazu ein dichtes Geflecht aus gesetzlichen Normen und Regelungen für jede energieverbrauchende wirtschaftliche Aktivität. Eine solche Regulierung würde weit in die individuellen Freiheitsräume der regulierten Akteure eingreifen. Die jeweiligen Ineffizienzen und ausgelösten Ausweichreaktionen würden dabei zu einer immer weiter um sich greifenden Regulierungsaktivität führen, deren partielle Rückführung nicht mehr ohne ökologische Zielverfehlungen möglich wäre. Problematisch ist zudem, dass eine solche, in jeden Lebensbereich eindringende, dirigistische Auflagenpolitik nicht kosteneffizient ausgestaltet werden kann und bei den regulierten Wirtschafts-

⁶²⁶ Vgl. Bonus, H. (1981a): S. 61.

akteuren kaum Anreize zur dynamischen Weiterentwicklung von Techniken zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen auslöst. Der „Preis“ einer solchen Lösung liegt in den Opportunitätskosten in Form nicht erkannter, nicht entwickelter oder nicht durchgesetzter Innovationen, nicht realisierter Dynamik und nicht entdeckter Entwicklungspfade alternativer, zukunftsfähiger Formen des Wirtschaftens.⁶²⁷ Eine konsequente Anwendung der Auflagenpolitik zur Erreichung von Klimazielen würde in einen sämtliche Produktions- und Konsumprozesse umfassenden umweltpolitischen Dirigismus führen, mit dem die Klimaziele wegen der damit verbundenen Verschwendung wertvoller Ressourcen und dem Ausbleiben technologischer Entwicklungen am Ende dann trotz allem nicht erreicht werden könnten. Ein globales Umweltproblem wie der Klimawandel kann in einer sich weiterentwickelnden dynamischen Welt mit einer einzelanlagenbezogenen Auflagenpolitik nicht adäquat angegangen werden.

4.2.3 Preisregulierung über Steuern

Es konnte bislang gezeigt werden, dass Auflagen sich insbesondere deshalb nicht als Instrument zur Regulierung von CO₂-Emissionen eignen, weil sie nicht anreizkompatibel sind. Die regulierten Wirtschaftssubjekte können sich Vorteile verschaffen, wenn sie Informationen über die Vermeidungskosten zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen zurückhalten. Ein anreizkompatibles umweltpolitisches Instrumentarium ist hingegen so ausgestaltet, dass die regulierten Wirtschaftssubjekte die ihnen verfügbaren Informationen über Vermeidungsoptionen nicht zurückhalten, sondern zu ihrem eigenen Vorteil offenbaren. Dazu bietet sich in der Umweltpolitik die Erhebung von Steuern an. Als Lenkungsinstrument ausgestaltet, versetzen sie den Regulierer in die Lage, das mit Auflagen verbundene Anreizproblem zu vermeiden.⁶²⁸ Bei ihrem Einsatz kann sich der Regulierer den Zusammenhang zu Nutze machen, dass die Besteuerung nicht nur den Preis eines Gutes verändert, sondern dass darüber hinaus, in Abhängigkeit von den Elastizitäten von Angebot und Nachfrage, auch Mengenreaktionen auf Märkten erfolgen.⁶²⁹ Zur Eindämmung des Ausmaßes schädigender Aktivitäten können bspw. Steuern auf den Erwerb solcher Güter erhoben werden, deren Produktion ursächlich für unerwünschte, wohlfahrtsschädigende Arten der Inanspruchnahme von Umweltressourcen sind. Denn erhöht sich infolge der Besteuerung der absolute Preis solcher Güter, verringern sich die Relativpreise möglicher Substitute. Zählen zu diesen Substituten Güter, deren Verwendung zu einer geringeren Ökosystembelastung führt, wird der Lenkungseffekt ausgelöst. Der Steuersatz kann unter be-

⁶²⁷ Vgl. Maier-Rigaud, G. (1994): S. 20.

⁶²⁸ Vgl. Pigou, A. C. (1932): S. 195.

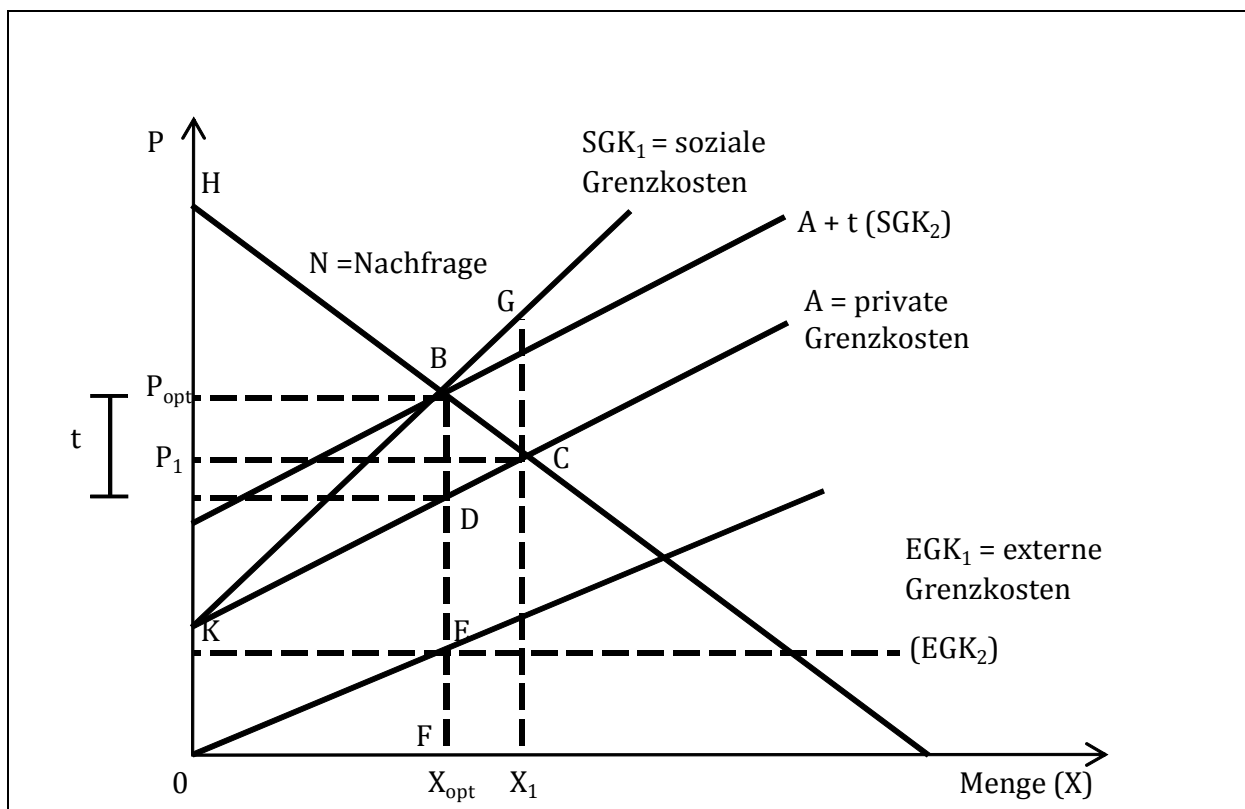
⁶²⁹ Vgl. Fees, E. (2007): S. 72 f. Diese Mengenreaktionen sind, sofern es sich um Fiskalsteuern handelt, aus volkswirtschaftlicher Sicht unerwünscht. Sie führen zum sog. „excess burden“ und bezeichnen einen unwiederbringlichen Wohlfahrtsverlust. Dieser ergibt sich infolge der Veränderung von Allokationsentscheidungen nach Steuererhebung, die sich von der jeweils individuell nutzenmaximalen Entscheidung vor Steuern unterscheiden; vgl. Reding, K./Müller, W. (1999): S. 175 f.

stimmten Bedingungen dabei so gewählt werden, dass die Ausweichreaktionen der Wirtschaftssubjekte auf den gestiegenen Endproduktpreis zu genau derjenigen Reduktion von Marktnachfrage nach „schmutzigen“ Gütern führt, durch welche die erwünschte Entlastung eines Ökosystems bewirkt wird.⁶³⁰

4.2.3.1 Ökologische Treffsicherheit der Steuerregulierung

Sind die Nachfrage-, die Angebotskurve und der Verlauf der Grenzkosten sowie der Grenznutzen der Schadensvermeidung bekannt, ist der Regulierer in der Lage, einen Steuersatz t zu implementieren, mit dem eine volkswirtschaftlich optimale Eindämmung der Übernutzung eines Ökosystems gelingt.⁶³¹ In *Abbildung 4c* wird dieser Zusammenhang graphisch veranschaulicht.

Abbildung 4c: Optimale Internalisierung negativer technologischer externer Effekte mit Hilfe einer Pigou-Steuer



Quelle: In Anlehnung an *Fritsch, M. (2011): S. 109.*

Auf der Abszisse ist die Menge der produzierten Gütereinheiten abgetragen, deren Produktion externe Schädigungen auslöst. Auf der Ordinate sind Preise und Steuersätze abgetragen. N gibt die Nachfragefunktion nach einem Gut X an. Aufgrund des angenommenen fallenden

⁶³⁰ Vgl. *Baumol, W. J./Oates, W. E. (1971): S. 42.*

⁶³¹ Die wohlfahrtstheoretischen Folgen auftretender negativer Externalitäten sind bereits in Kapitel 2.1.3. erläutert worden. Das Konzept der Lenkungssteuer zur optimalen Internalisierung negativer Externalitäten geht auf *Pigou, A. C.* zurück, vgl. *Pigou, A. C. (1932): S. 193.*

Grenznutzens des Gutes X im Konsum nimmt die Zahlungsbereitschaft mit zunehmender Menge ab. Mit A_1 werden die privaten Grenzkosten der Produktion und damit die aggregierte Angebotskurve des Gutes X dargestellt. Die Kurve der externen Grenzkosten des Schadens EGK_1 gibt die Höhe der bewerteten Schädigungen an, die aufgrund der Produktion des Gutes X ausgelöst werden. Im Fall des anthropogenen Klimawandels handelt es sich hierbei um den Verlauf der „social costs of carbon“ in Abhängigkeit von der Ausbringungsmenge des Gutes X .⁶³² Die ansteigende Grenzkostenfunktion visualisiert den Umstand, dass mit ansteigendem Treibhausgasausstoß mit einem überproportional zunehmendem Schädigungsausmaß gerechnet wird.

Wie im Rahmen der wohlfahrtstheoretischen Beurteilung externer Effekte bereits dargestellt, berücksichtigen die Anbieter, in Abwesenheit einer Umweltregulierung, die Höhe der ausgelösten Umweltschäden nicht in ihrer Produktionskostenermittlung.⁶³³ Punkt C ergibt sich in der Folge als Marktgleichgewicht. Hier wird zum Preis P_1 die Menge X_1 abgesetzt.⁶³⁴ Der soziale Überschuss im Marktgleichgewicht wird durch die Fläche KCH repräsentiert. Dieser soziale Überschuss wird aber durch den „social deadweight loss“, dargestellt durch die Fläche BCG , reduziert. In dieser Höhe fallen die unkompensierten negativen Umweltexternalitäten bei Dritten an. Würden die Anbieter hingegen die sozialen Grenzkosten der Produktion berücksichtigen, könnte sich ein wohlfahrtsmaximierendes Gleichgewicht in Punkt B einstellen, in dem zum Preis von P_{opt} die Menge X_{opt} abgesetzt wird. Die Zurückführung der Produktionsmenge um $OX_1 - OX_{opt}$ führt zwar zu einem Verlust an sozialem Überschuss in Höhe des Dreiecks BCD , demgegenüber steht aber die Vermeidung des Wohlfahrtsverlustes BCG .

Für den Fall, dass die Grenzschaftensfunktion ansteigt, existiert bei gegebener Marktnachfrage- und Angebotsfunktion für jede Ausbringungsmenge X ein bestimmter Steuersatz, mit dem eine wohlfahrtsoptimale Internalisierung des externen Schadens gelingt, der sog. Pigou-Steuersatz.⁶³⁵ Der Pigou-Steuersatz t muss dazu in Höhe der sozialen Grenzkosten bei der entsprechenden Ausbringungsmenge X_{opt} festgesetzt werden, was der Strecke BD in der obigen Graphik entspricht. Erhoben wird die Steuer auf jede abgesetzte Gütereinheit. Das führt zu einer Parallelverschiebung der Angebotskurve A auf $A+t$. Als neuer Schnittpunkt mit der Nachfragekurve ergibt sich B , in dem ebenfalls die Kurve der sozialen Grenzkosten geschnitten wird. Die wohlfahrtstheoretisch optimale Internalisierung des externen Effekts kann so erreicht werden.⁶³⁶

⁶³² Vgl. Pearce, D. (2003): S. 363.

⁶³³ Vgl. hierzu Kapitel 2.1.3.

⁶³⁴ Vgl. Fritsch, M. (2011): S. 108.

⁶³⁵ Sollte die Grenzschaftensfunktion wie EGK_2 konstant verlaufen, d. h., dass jede Emissionseinheit Schäden in identischer Höhe, z. B. BD , verursacht, sind Informationen über den Verlauf der Angebots- und Nachfragekurven nicht mehr nötig, um den optimalen Steuersatz t identifizieren zu können. In diesem Fall reicht das Wissen um die Höhe des Grenzschaftensniveaus aus, um das Wohlfahrtsoptimum in B zu erreichen.

⁶³⁶ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 346.

Als problematisch erweist sich in der Realität die Ermittlung des durch den Klimawandel hervorgerufenen Grenzschadens.⁶³⁷ Es wurde bereits dargelegt, dass dabei nämlich die potenziell Geschädigten späterer Generationen ihren Schadensbewertungen gar keinen Ausdruck verleihen können, weil sie weder als Nachfrager auf heutigen Gütermärkten auftreten noch an heutigen politischen Entscheidungen teilnehmen können.⁶³⁸ Die Höhe des möglichen zukünftigen Schadens kann lediglich von den Mitgliedern der heute lebenden Generation geschätzt werden. Ob die geschätzte Schadenshöhe dann auch tatsächlich in heutigen Entscheidungen berücksichtigt wird, hängt vom Wohlwollen der heutigen Generation gegenüber den nachfolgenden Generationen ab. Denn nur bei vorherrschendem Wohlwollen ist zu erwarten, dass die Mitglieder der aktuellen Generation sich zum Ziel setzen, erwartete Umweltschädigungen nicht über ein bestimmtes Ausmaß hinaus, nämlich sog. Umweltstandards, ansteigen zu lassen.⁶³⁹ Diese, auf der Verwendung von Werturteilen beruhenden, Standards können als Grundlage für die Festlegung eines Steuersatzes ausgewählt werden. Statt eines volkswirtschaftlichen Optimums wird damit die Erreichung einer bestimmten, politisch gesetzten Immissionsgrenze angestrebt, die zufällig auch dem volkswirtschaftlichen Optimum entsprechen kann.⁶⁴⁰ Im Rahmen der instrumentellen Verwendung von Steuern zur Regulierung der Übernutzung von Umweltressourcen wird in diesem Fall von einem „Standard-Preis-Ansatz“ gesprochen.⁶⁴¹ Dabei ist der Steuersatz t so zu wählen, dass die Anpassungsreaktionen der Nachfrager dazu führen, dass das gewünschte Schädigungsniveau nicht überschritten wird.⁶⁴²

4.2.3.2 Kosteneffizienz der Preisregulierung über Steuern

Nachdem sich der staatliche Regulierer für einen Steuersatz t und eine Steuerbasis - bspw. CO₂-Emissionen in Tonnen - entschieden hat, legt er allen Wirtschaftssubjekten, die den Steuertatbestand der CO₂-Emission erfüllen, die Pflicht auf, jährlich den fälligen Steuerbetrag zu entrichten. Handelt es sich bei den regulierten Wirtschaftssubjekten um gewinnmaximierende Produzenten bzw. nutzenmaximierende Konsumenten, kann ein gegebenes Umweltziel zu den geringstmöglichen Kosten erreicht werden.⁶⁴³

⁶³⁷ Vgl. Baumol, W. J./Oates, W. E. (1971): S. 43.

⁶³⁸ Vgl. Kap. 2.2.1.1 und 2.2.1.2.

⁶³⁹ Vgl. Daly, H. E. (1987): S. 329.

⁶⁴⁰ Was im Fall des Klimaschutzes die Festlegung einer bestimmten CO₂ Immissionsgrenze bedeutet, mit der das „2 °C-Ziel“ bis 2050 erreichbar ist.

⁶⁴¹ Vgl. Baumol, W. J./Oates, W. E. (1971): S. 42.

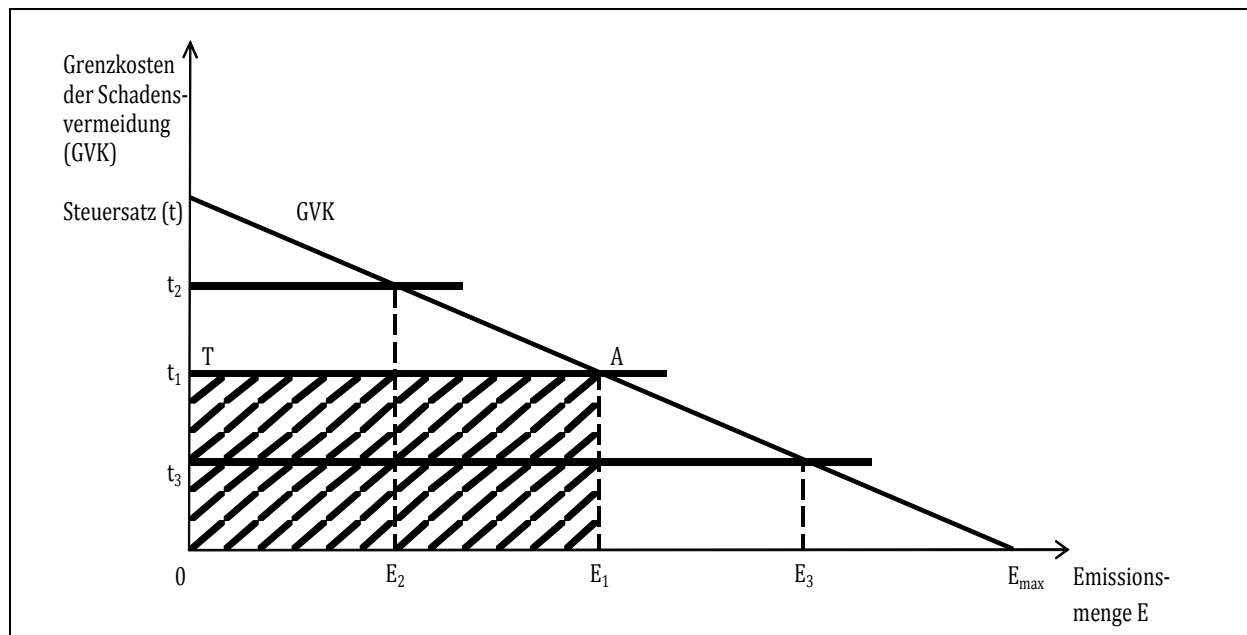
⁶⁴² Vgl. Baumol, W. J./Oates, W. E. (1971): S. 45. *Abbildung 4d* kann ebenfalls zur Illustration des Standard-Preis-Ansatzes verwendet werden. Es ist sich in diesem Fall lediglich bewusst zu machen, dass die abgebildete Grenzschadensfunktion dann einen hypothetischen Zusammenhang zwischen schädigender Aktivität und dem politischen Umweltziel beschreibt. Der zielkonforme Steuersatz t , mit dem der umweltpolitisch gesetzte Standard erreicht wird, kann zufällig dem Pigou-Steuersatz entsprechen.

⁶⁴³ Vgl. Baumol, W. J./Oates, W. E. (1971): S. 46.

Die Wirtschaftssubjekte haben bei der Steuerlösung den Anreiz, alle Informationen, die ihnen vorliegen und die sich zur Verringerung der Regulierungslast nutzen lassen, auch zu berücksichtigen. Sie unterliegen dem Anreiz der legalen Steuerausweichung immer dann, wenn es für sie günstiger ist, die CO₂-Emission zu vermeiden als die Steuer zu entrichten.⁶⁴⁴ Ob die Vermeidung Kosten eines alternativen Technologieeinsatzes verursacht oder ob die Kosten in Form entgangener Nutzen resp. Opportunitätskosten auftreten, ist für die Zielkonformität des Mitteleinsatzes irrelevant. Es steht den regulierten Wirtschaftssubjekten frei, auf entsprechende Emissionsmengen, und damit auch auf bestimmte Produktions- und Konsumniveaus, zu verzichten oder den besteuerten Umweltfaktor effizienter einzusetzen. Daher werden Steuern zu den sog. anreizkompatiblen Instrumenten gezählt. Was aus fiskalischer Sicht also höchst unwillkommen ist, nämlich die Steuerausweichung, stellt aus ökologischer Sicht Sinn und Zweck der Steuerregulierung dar.⁶⁴⁵ *Abbildung 4d* verdeutlicht diesen individuellen Kostenkalkül. Auf der Abszisse ist die Menge des emittierten Schadstoffes abgetragen. Das können etwa CO₂-Emissionen in Tonnen sein. Die Ordinate skaliert die Grenzkosten der Schadensvermeidung (*GVK*) und den Steuersatz *t* in Geldeinheiten. Für den Verlauf der Grenzkostenkurve der Schadensvermeidung wird angenommen, dass mit zunehmender Reduktion der Emissionsmenge die Vermeidungskosten pro vermiedener Schädigungseinheit ansteigen, die Grenzvermeidungskosten also mit einer fallenden Funktion in Abhängigkeit von der Schädigungsmenge beschrieben werden. So sind die ersten vermiedenen Schadstoffeinheiten zu geringen Kosten erreichbar, indem bspw. einzelne Arbeitsabläufe effizienter organisiert werden. Zur Vermeidung der letzten Einheiten könnte der Austausch sämtlicher Produktionsanlagen notwendig werden.

⁶⁴⁴ Der Einfachheit halber wird hier unterstellt, dass die Überwachung der Steuerzahlung perfekt funktioniert, um nicht den Kalkül der optimalen, illegalen Steuervermeidung berücksichtigen zu müssen. Vgl. für die entsprechende ökonomische Analyse des Rechts *Posner, R. (2011)*.

⁶⁴⁵ Allerdings zählen nicht alle legalen Ausweichreaktionen zu den erwünschten ökologischen Verhaltensanpassungen. Die Möglichkeit eines Entzuges der Steuerbasis durch Abwanderung und Standortverlagerung durch ein Unternehmen kann einem ökologischen Ziel sogar abträglich sein. Dies ist dann der Fall, wenn das Land, in welches ein Unternehmen immigriert, geringere Emissionsstandards vorschreibt als das Land, aus dem das Unternehmen emigriert. Es besteht dann die Gefahr, dass bei gleicher Produktionsmenge mehr Schadstoffe emittiert werden. Handelt es dabei um einen Globalschadstoff wie CO₂ ist der klimapolitische Instrumenteneinsatz dann als wirkungslos einzustufen. In der umweltökonomischen Literatur wird dieses Problem mit dem Begriff „Carbon Leakage“ umschrieben. Dieses Problem ist allerdings keine unmittelbare Folge der Steuerregulierung, sondern es ergibt sich aus dem uni- bzw. multilateralen Charakter des Instrumenteneinsatzes. Vgl. hierzu ausführlich Kap. 3.3.5.

Abbildung 4d: Individueller Kostenkalkül bei Steuerregulierung

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an *Fritsch, M. (2011): S. 112.*

Wählt nun der Regulierer einen Steuersatz t_1 , entscheidet sich der Produzent bei gegebenem Verlauf der Grenzvermeidungskosten zur Emission der Menge OE_1 .⁶⁴⁶ Sämtliche Emissionsmengen, die darüber hinaus gehen würden, werden vom Produzenten vermieden, da die Grenzvermeidungskosten unter dem Steuersatz t_1 liegen. Emissionsreduktionen über die Menge E_1E_{Max} hinaus nimmt der Produzent ebenso wenig vor, da die Kosten ihrer Vermeidung über dem Steuersatz t_1 liegen. Nach dieser Entscheidung ergibt sich für den Produzenten die Pflicht zur Zahlung des Steuerbetrages T , welcher der Fläche t_1AE_1O entspricht.⁶⁴⁷ Die gesamten Regulierungskosten betragen inklusive der aufgewendeten Vermeidungskosten $0t_1AE_{Max}$. Variationen des Steuersatzes t_1 auf t_2 oder t_3 führen auf Unternehmensebene zu unterschiedlichen kostenoptimalen Emissionsmengen E_2 bzw. E_3 .

Mit dem Einsatz von Lenkungssteuern ist der Regulierer prinzipiell in der Lage, ein anvisiertes umweltpolitisches Ziel kosteneffizient zu erreichen. Wenn sich die regulierten Wirtschaftssubjekte als Gewinn- oder Nutzenmaximierer verhalten, werden sie ihre individuellen Schadstoffemissionen jeweils soweit zurückführen, bis die Grenzkosten der Vermeidung dem Steuersatz entsprechen.⁶⁴⁸ Sobald jeder Emittent sein individuelles Minimum der Regulierungskosten realisiert hat, ist auch das gesamtwirtschaftliche Kostenminimum erreicht. Durch eine Reallokation der Ressourcen ist eine kostengünstigere Zielerreichung nicht herstellbar.

⁶⁴⁶ Vgl. *Fritsch, M. (2011): S. 112.*

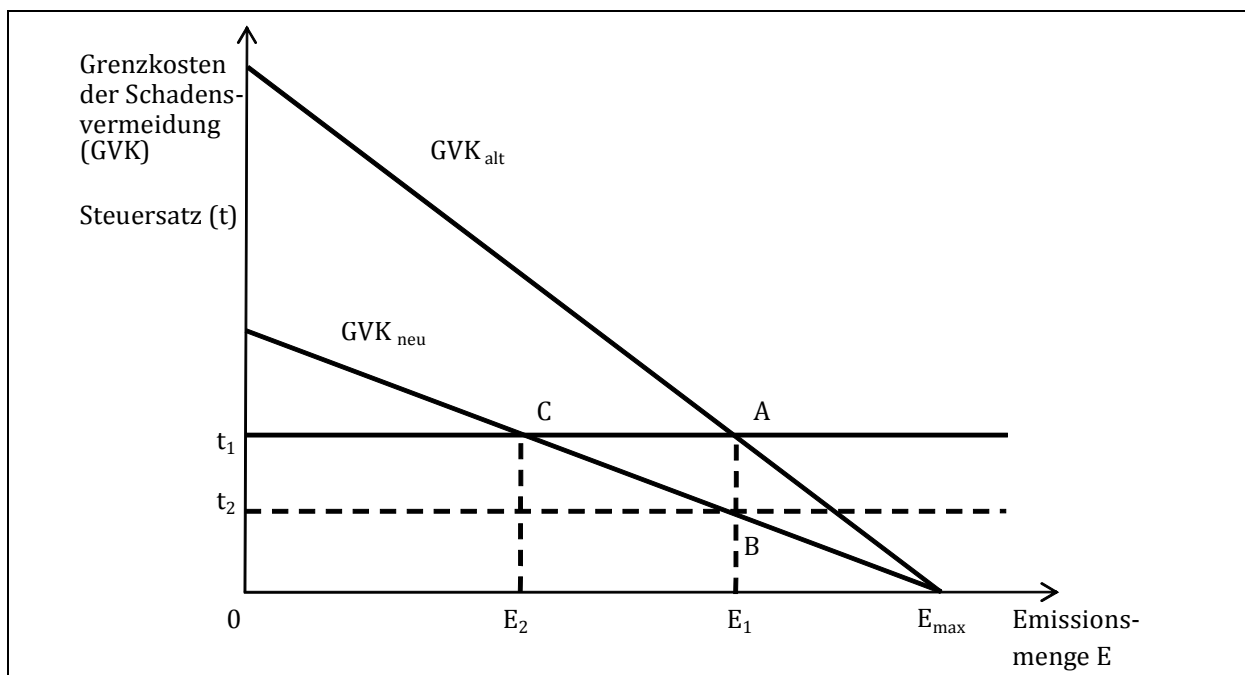
⁶⁴⁷ Vgl. *Fritsch, M. (2011): S. 112.*

⁶⁴⁸ Vgl. *Baumol, W.J./Oates, W. E. (1971): S. 46.*

4.2.3.3 Dynamische Effizienz der Steuerregulierung

Ähnlich der Anreizwirkung, sämtliche privat vorhandenen Informationen zur Minimierung der durch die Steuerhebung entstehenden Kosten zu nutzen, bietet eine Steuerregulierung auch Anreize zu Weiterentwicklungen von Techniken zur Vermeidung des Ausstoßes von Schadstoffen.⁶⁴⁹ In der folgenden *Abbildung 4e* wird, im Vergleich mit einer emissionsorientierten Auflage, illustriert, wie die individuellen Anreize die regulierten Wirtschaftssubjekte dazu anregen, neue Technologien anzuwenden. Als Ausgangspunkt der Überlegungen sei ein anlagenbezogener Emissionsgrenzwert betrachtet, mit dem eine Absenkung der Emissionen von E_{Max} auf E_1 vorgeschrieben wird. Um das Ziel zu erreichen, verwendet der Emittent eine bestehende Vermeidungstechnik, dargestellt durch den Verlauf der Grenzkostenkurve der Schadensvermeidung GVK_{alt} . Solange der Produzent die alte Vermeidungstechnik verwendet, fallen Vermeidungskosten in Höhe von AE_1E_{Max} an. Allerdings ist ihm eine alternative Technik bekannt, dargestellt durch den Verlauf der Grenzkostenkurve GVK_{neu} .

Abbildung 4e: Individuelle Anreize zur Nutzung neuer Vermeidungstechnologien



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Fees, E. (2007): S. 75.

Setzt eine Auflagenregulierung nicht am technischen Stand einer Anlage, sondern an den Emissionen an, kann auch eine Auflagenregulierung dynamische Anreize entfalten, denn die Verwendung der neuen Technologie würde zu einer Verringerung der Vermeidungskosten auf BE_1E_{Max} führen, ohne die Gefahr strengerer technischer Vorschriften hervorzurufen.⁶⁵⁰ Die Flä-

⁶⁴⁹ Vgl. Requate, T. (2006): S. 131.

⁶⁵⁰ Vgl. Kemper, M. (1993): S. 164 f.

che $AE_{Max}B$ repräsentiert den Gewinnanreiz des Produzenten, die neue Technologie einzuführen.⁶⁵¹

Dasselbe Emissionsniveau OE_1 erreicht der Regulierer, wenn er bei bekannter Vermeidungstechnologie GVK_{alt} den Steuersatz t_1 wählt. Während bei der Auflagenlösung diese Schadstoffmenge weiterhin kostenlos emittiert werden kann, fallen bei der Steuerlösung höhere individuelle Regulierungskosten an. Sie betragen insgesamt $t_1AE_{Max}O$, mit einem Steueranteil von t_1AE_1O und Vermeidungskosten in Höhe von AE_1E . Der Anreiz zur technologischen Weiterentwicklung ist unter der Steuerlösung daher ungleich höher als bei der Auflagenlösung. Denn beim Übergang von GVK_{alt} zu GVK_{neu} ist der Produzent in der Lage, neben der Reduzierung der Vermeidungskosten um ABE auch Teile des abzuführenden Steuerbetrages zu reduzieren.⁶⁵² Mit Verwendung der neuen Vermeidungstechnik GVK_{neu} kann der Produzent die Steuerzahlung auf OE_1CE_2 reduzieren, denn die Schadensreduktion von OE_1 auf OE_2 ist für den Produzenten mit CE_1E_2B günstiger, als die Steuer in Höhe von E_1E_2CA zu entrichten.⁶⁵³

Da unter der Steuerlösung jede emittierte Tonne Schadstoff eine Steuerzahlungspflicht auslöst, ist der Anreiz, die neue Technologie einzuführen, um CAB größer als bei einer Auflagenlösung. Das größere Einsparpotenzial bei den gesamten Regulierungskosten erhöht den Anreiz neue, schadstoffärmere Technologien einzusetzen.⁶⁵⁴

Liegt das gesellschaftlich erwünschte Emissionsniveau aber nach wie vor bei E_1 , müsste nach erfolgter Technologieumstellung auf GVK_{neu} der zielkonforme Steuersatz auf t_2 herabgesenkt werden. Blicke der Steuersatz in Höhe von t_1 bestehen, würde zwar ein hohes Steueraufkommen generiert, das gesamtgesellschaftlich gewünschte Emissionsniveau E_1 wird aber übererfüllt. Damit werden zu viele Ressourcen in Vermeidungstechnologien gebunden, mit denen ein zu hohes Niveau der Vermeidung von Schädigungen erreicht wird, das nicht erwünscht ist.⁶⁵⁵ Die Regulierungskosten zur Erreichung des Emissionsniveaus E_1 sind insgesamt um t_1t_2CB zu hoch.

Eine solche überoptimale dynamische Effizienz kann nur dann als positiv beurteilt werden, wenn kein umweltpolitisches Leitbild existiert und sich die Beurteilung der dynamischen Effizienz in einem „je mehr, desto besser“ erschöpft. In einer offenen Volkswirtschaft im internationalen Wettbewerb kann aber die übermäßige Regulierungsbelastung von Wirtschaftssubjekten zu Ausweichreaktionen führen, die Leakage-Effekte zur Folge haben. Zudem ist im Fall des Klimawandels als Schwellenphänomen jede Emissionsmenge, die über das erforderliche Maß – das ist jenes Maß, welches notwendig ist, um die Signifikanzschwelle der Bereitstellung des

⁶⁵¹ Vgl. Fritsch, M. (2011): S. 114. Unberücksichtigt bleiben bei dieser schematischen Darstellung die Kosten, die mit der Einführung der Technologie verbunden sind.

⁶⁵² Vgl. Fritsch, M. (2011): S. 115.

⁶⁵³ Vgl. Fritsch, M. (2011): S. 115.

⁶⁵⁴ Vgl. Fritsch, M. (2011): S. 115.

⁶⁵⁵ Vgl. Fees, E. (2007): S. 196.

Threshold-Gutes Klimaschutz zu überschreiten – zurückgeführt wird, nicht ökologisch zielwirksam.

Um einen effizienten Ressourceneinsatz bei bestehendem ökologischem Immissionsmengenziel gewährleisten zu können, müsste im Rahmen der Steuerregulierung zwischen verschiedenen Arten technischen Fortschritts unterschieden werden. Auf die technologische Entwicklung im Bereich der Substitution von Umweltressourcen durch Kapital, also die soeben behandelten Innovationen von Vermeidungstechnologien, müsste mit einer Senkung des Steuersatzes reagiert werden. Auf Effizienzerhöhungen der Faktoren Kapital und Arbeit, also allgemeine Prozessinnovationen, müsste mit einer Erhöhung des Steuersatzes reagiert werden, insofern sich dieser technische Fortschritt in einer allgemeinen Senkung von Produktionskosten für Güter widerspiegelt. Denn um die mit einer allgemeinen Produktionsausweitung einhergehende aber nicht erwünschte zusätzliche Umweltbelastung zu verhindern, müssten mögliche Preissenkungen mit einer Steuersatzerhöhung kompensiert werden.

4.2.3.4 *Zwischenfazit zur Eignung der Steuerregulierung*

Die Steuerlösung zur Internalisierung externer Schäden kann als anreizkompatibles Instrument der Umweltpolitik charakterisiert werden, da Steuern auf Ebene der Regulierten individuelle Anreize zur Vermeidung der entsprechenden Emissionen auslösen. Das ökologische Ziel kann aber mit diesem Instrument nur auf indirektem Weg erreicht werden, da sich die gesamte Immissionsmenge erst aus der Reaktion der Regulierten auf die Steuerhebung ergibt. So elegant sich die ökologische Zielerreichung mithilfe einer Preisregulierung über Steuern theoretisch auch darstellt,⁶⁵⁶ gegen ihre praktische Anwendbarkeit in der Klimapolitik spricht das Informationsdefizit der staatlichen Entscheidungsträger, die über die Höhe des Steuersatzes befinden müssen. Um ein anvisiertes Immissionsziel mit einem zielkonformen Steuersatz realisieren zu können, sind zahlreiche Informationen notwendig, über die ein staatlicher Entscheider unter der Bedingung unvollständiger und asymmetrisch verteilter Informationen nicht verfügt. Dem staatlichen Steuersetzer müssen Informationen zu externen Schäden und deren Bewertung durch potenzielle Geschädigte bekannt sein, sowie die Anzahl der Schadensverursacher und der Geschädigten.⁶⁵⁷ Ferner sind für alle Prozesse, bei denen es zur Emission von Treibhausgasen kommt, Informationen zum Verlauf der privaten Grenzkosten der Produktion, zu den Grenzkosten der Schadensvermeidung, zur Lage und dem Verlauf der Nachfragefunktion, zu (Kreuz-)Preis-Elastizitäten der Nachfrage, zur Höhe des allgemeinen Wirtschaftswachstums und des technischen Fortschritts oder zur Höhe der Inflation notwendig.⁶⁵⁸

⁶⁵⁶ Vgl. Keohane, N. O. (2009): S. 56.

⁶⁵⁷ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 353.

⁶⁵⁸ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 347 und Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 687. Werden bei erfolgreichem technischen Fortschritt, der die Erreichung des Umweltzieles ermöglicht, die Steuersätze nicht ange-

Zur Auflösung des Informationsproblems bietet sich, im Rahmen der Anwendung des Standard-Preis-Ansatzes, unter bestimmten Bedingungen das „trial and error-Verfahren“ an. Hierbei wird ein Steuersatz t gesetzt und dessen Höhe solange variiert, bis das gewünschte Schädigungsniveau erreicht ist.⁶⁵⁹ Liegt der Steuersatz unterhalb seiner zielkonformen Höhe, wird das umweltpolitische Mengenziel verfehlt und eine Erhöhung des Steuersatzes ist erforderlich. Mit einem zu hohen Steuersatz wird mehr Schaden vermieden als politisch beabsichtigt ist, und es werden zu viele knappe Ressourcen zum Schutz eines Ökosystems investiert; der Steuersatz müsste reduziert werden. Ein solcher iterativer Prozess findet die Grenzen seiner Anwendbarkeit dort, wo es infolge des menschlichen Schadstoffeintrags zu unumkehrbaren natürlichen Prozessen kommt, wenn bestimmte Belastungsschwellen überschritten werden, die einen Zusammenbruch des belasteten Ökosystems zur Folge haben. Eine nachträgliche Steuersatzerhöhung führt dann zwar zu geringeren Schadstoffemissionen, die entstandenen Umweltschäden lassen sich aber nicht mehr revidieren. Die Existenz der Kipp-Punkte im Klimasystem und die sich selbst verstärkenden positiven Rückkopplungsprozesse lassen eine solche experimentelle Steuersatzermittlung in der Klimapolitik als sehr riskant erscheinen. Würde es infolge eines in zu geringer Höhe angesetzten Steuersatzes auch nur einmalig zu einer Überschreitung der entsprechenden Immissionsmenge an atmosphärischen Treibhausgasen kommen, ab der diese Rückkopplungsprozesse ausgelöst werden, könnte keine nachträgliche Steuersatzvariation kompensatorisch wirken.

Sollte es dennoch zu einem bestimmten Zeitpunkt gelingen, den zielkonformen Steuersatz für die Emission von Treibhausgasen zu finden, kann die Suche nach jenem Zeitpunkt nicht eingestellt werden, denn ein solcher Steuersatz existiert nur zeitpunktbezogen. Da die o. g. relevanten sozio-ökonomischen Parameter im Zeitablauf variieren, sind andauernde Korrekturen an einem zielkonformen Steuersatz erforderlich.⁶⁶⁰ Dabei sind nicht nur Informationen in Bezug auf die aktuelle Ausprägung dieser Parameter erforderlich, sondern auch Informationen über deren zukünftige Entwicklung. Der von einigen Ökonomen vorgebrachte „Vorteil“ der Steuerlösung, ein stabiles Preissignal auszusenden, anhand dessen sich die regulierten Wirtschaftssubjekte bei langfristiger Investitionsplanung richten können, stellt sich, wenn tatsächlich die Absicht be-

passt, werden Wirtschaftssubjekte zu Steuerzahlungen verpflichtet, obwohl das Umweltziel bereits erreicht worden ist. Eine solche Nicht-Anpassung schafft zwar weiterhin dynamische Anreize zur Technologieentwicklung, allerdings auf Kosten statischer Kostenineffizienz.

⁶⁵⁹ Vgl. Baumol, W. J./Oates, W. E. (1971): S. 45. Die ermittelten sozialen Kosten der Treibhausgasemissionen (Social Costs of Carbon) könnten bspw. als Basis einer solchen Steuersatzbestimmung Verwendung finden. Vgl. hierzu Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007): S. 823 oder Pearce, D. (2003).

⁶⁶⁰ Vgl. Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 687 oder Bonus, H. (1981a): S. 62. Bonus beschreibt das Problem des Regulierers bei der Bestimmung eines zielkonformen Steuersatzes wie folgt: „Um ein Bild zu gebrauchen: Man will mit einer Kanone (der Abgabe) auf einen Gegenstand schießen (den Schattenpreis), der sich im Nebel bewegt und dessen Standort man nicht kennt; dabei ist die Zielvorrichtung der Kanone verrostet, so dass man sie nur mühsam und ungenau bewegen kann.“, Bonus, H. (1990): S. 347.

steht, ein umweltpolitisches Mengenziel erreichen zu wollen, bei näherer Betrachtung als nicht existent heraus.⁶⁶¹

Als problematisch für die zielkonforme Steuerfestlegung erweisen sich die zeitverzögerte Erfassung und Analyse aller dieser relevanten wirtschaftlichen Rahmendaten sowie deren endogene Dynamik.⁶⁶² Die Anwendung eines „trial and error-Verfahrens“ zur Steuersatzbestimmung ist demnach nicht die Lösung des Informationsproblems; wohl aber stellt es die einzige Möglichkeit der Umsetzung des preispolitischen Instruments dar. Dabei fällt das Informationsdefizit im Fall des Standard-Preis-Ansatzes geringfügig kleiner aus, als bei der Festlegung des Pigou-Steuersatzes, weil bei ersterem die Erfassung der Bewertung des Schadens durch die betroffenen Individuen unterbleibt.

Wird Umwelt- oder speziell Klimapolitik als die Setzung expliziter mengenmäßiger Nutzungsgrenzen für Umweltgüter verstanden, steht jede Ermittlung eines zielkonformen Steuersatzes in einer dynamischen Welt vor einem kaum lösbaren, d. h. fundamentalen Informationsproblem.⁶⁶³ Daher eignen sich Lenkungssteuern nur bedingt zur Erreichung von Mengenzielen in der Klimapolitik.⁶⁶⁴

4.2.4 Cap and Trade-Regulierung mit handelbaren Emissionsrechten

Immer dann, wenn einer Schadstoff emittierenden Anlage im Rahmen einer Auflagenregulierung die Betriebserlaubnis erteilt wird, werden auch implizit Emissionsrechte zugeteilt.⁶⁶⁵ Solange technische Normen eingehalten werden, darf der Anlagenbetreiber kostenlos Schadstoffe emittieren. Sobald aber ein Produktionsfaktor kostenlos nutzbar ist, und als ein solcher lässt sich die Nutzung der Umwelt als Deponie für Schadstoffe ohne weiteres interpretieren,⁶⁶⁶ übersteigt die Nachfrage das Angebot bei weitem.⁶⁶⁷ Bei Umweltressourcen stellen sich infolge dessen entsprechende Übernutzungsprobleme ein, die man in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle mit der bereits vorgestellten Auflagenpolitik zu regulieren versucht. Ziel der Cap and Trade-Regulierung ist es, die unerwünschte Übernutzung der Umweltressource zu verhindern, indem ihre Nutzung

⁶⁶¹ Vgl. für die Herausstellung des angesprochenen „Vorteils“ Nordhaus, W. D. (2011): S. 668 oder Metcalf, G. E. (2009a): S. 77.

⁶⁶² Vgl. Fritsch, M. (2011): S. 111. Einkommenszuwächse, Preisschwankungen bei Rohstoffen, technologische Weiterentwicklungen oder politisch motivierte Markteingriffe sind kaum oder gar nicht prognostizierbar, beeinflussen aber den wirtschaftlichen Output und das Emissionsniveau. Ein Steuersatz kann aber nur dann zielkonform sein, wenn diese Entwicklungen Berücksichtigung im Steuersatz finden.

⁶⁶³ Vgl. Keohane, N. O. (2009): S. 47. Vgl. auch Bonus, H. (1990): S. 347.

⁶⁶⁴ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 349.

⁶⁶⁵ Vgl. Bonus, H. (1981a): S. 64.

⁶⁶⁶ Vgl. Fees, E. (2007): S. 123 und Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 678.

⁶⁶⁷ Vgl. Bonus, H. (1981a): S. 65.

mengenbezogen kontingentiert wird.⁶⁶⁸ Den Ausgangspunkt der Kontingentierung bildet dabei stets eine normative, politische Entscheidung, die meist an der Menge der Schadstoffe ansetzt.⁶⁶⁹

Im Rahmen der Klimapolitik wird im Idealfall eine zulässige Gesamtemissionsmenge an Treibhausgasen, ausgehend von einer weltweit festgelegten, wissenschaftlich abgeleiteten Immissionsmenge, bestimmt.⁶⁷⁰ Solange ein klimapolitisches Ziel aber auf internationaler Ebene nicht bestimmt ist, auf nationaler Ebene dennoch Emissionsmengenbegrenzungen vorgenommen werden, kann also nicht davon gesprochen werden, dass das Ziel aus dem Erfordernis der Immissionsmengenbeschränkung abgeleitet worden ist. Allerdings ist es für die Funktionsweise der Cap and Trade-Regulierung unerheblich, welcher Norm folgend das umweltpolitische Mengenziel festgesetzt wird.⁶⁷¹ Erforderlich ist, dass die festgelegte Gesamtemissionsmenge, zu der die Menge aller Emissionszertifikate berechtigt, kleiner ist, als die bisher von den Emittenten ausgestoßene Gesamtmenge an Schadstoffen. Nur so können sich Knappheitspreise bilden.

Nach der Cap-Festlegung wird die gesamte zulässige Emissionsmenge in wohldefinierte, handelbare Mengeneinheiten unterteilt, bspw. zu je einer Tonne CO_{2eq}. Diese werden als Emissionsrechte verbrieft und den Wirtschaftssubjekten angeboten. Auf administrativer Ebene wird anschließend die Erlaubnis zur Emission von Schadstoffen davon abhängig gemacht, dass eine vom Regulierer ausgegebene Emissionsberechtigung, im Folgenden wahlweise auch Emissionszertifikat oder Emissionsrecht genannt, vorliegt.⁶⁷² Zur Emission einer Tonne CO_{2eq} sind dann ausschließlich diejenigen Emittenten berechtigt, die Inhaber einer gültigen Emissionsberechtigung sind.⁶⁷³ Mit diesem Vorgehen schafft der Regulierer Verfügungsrechte zur Nutzung einer bislang ohne expliziten Rechtstitel nutzbaren natürlichen Ressource. Im Fall der Klimaregulierung kann die Lufthülle, die eine Emissionsanlage umgibt, nur noch gegen Zahlung des Zertifikatpreises legal als Deponie für Treibhausgasemissionen genutzt werden. Wirtschaftssubjekte sind unter diesen Bedingungen bereit, einen Preis für Emissionszertifikate zu zahlen, wenn die Vermeidung entsprechender Emissionsmengen Treibhausgase eine vergleichsweise höhere fi-

⁶⁶⁸ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 349.

⁶⁶⁹ Vgl. Bonus, H. (1981a): S. 60.

⁶⁷⁰ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 344. Für die Zielbestimmung vgl. Kap. 2.2.3 und 2.2.4.

⁶⁷¹ Der Standard kann sowohl auf Basis von Effizienzüberlegungen oder auf Basis moralischer Überlegungen gesetzt werden; vgl. für die Unterschiede Goodstein, E. S. (2008): S. 51 ff. und 71 ff.

⁶⁷² Für handelbare Emissionsrechte haben sich viele Begriffe etabliert. So wird von „Zertifikaten“, „Verschmutzungsrechten“, „Lizenzen“, „Gutscheinen“ oder im Englischen von „tradable oder marketable permits“ gesprochen. Im Folgenden wird darauf verzichtet, die verschiedenen Begriffe voneinander zu unterscheiden, selbst wenn dies, wie Eger und Weise (1998) anmerken, aus etymologischer Sicht interessant sein könnte, vgl. Eger, T./Weise, P. (1998): S. 64. Wenn im Folgenden von Emissionszertifikaten, Emissionsrechten oder -berechtigungen die Rede ist, sind stets handelbare, auf eine bestimmte Einheit normierte Rechte zur Emission von Treibhausgasen gemeint.

⁶⁷³ Die Idee, mit handelbaren Emissionsrechten die Übernutzungsphänomene von Umweltgütern einzudämmen geht auf Arbeiten von Crocker, T. D. (1966) und Dales, J. (1968) zurück. Literaturübersichten bieten Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992) und Tietenberg, T. H. (1980, 1985).

nanzielle Belastung bedeuten würde. Auf Basis individueller Grenzvermeidungskostenfunktionen können sich Zahlungsbereitschaften für Emissionszertifikate entwickeln.

Damit die Zertifikatpreise möglichst zuverlässig über die Grenzkosten der Vermeidung von Treibhausgasemissionen Auskunft geben können, sollten sie zwischen den Emittenten frei handelbar sein.⁶⁷⁴ So würde ein Markt geschaffen, auf dem sich die mit dem gesetzten Mengenziel korrespondierenden Knappheitspreise herausbilden können.⁶⁷⁵ Die begründeten Verfügungsrechte schaffen somit einen neuen Status quo, in dem derjenige einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Konkurrenten hat, der möglichst effizient mit dem Produktionseinsatzfaktor „Emissionsrecht“ umgeht und sämtliche Möglichkeiten nutzt, die von der Cap and Trade-Regulierung ausgelösten Kosten zu minimieren. Die Entscheidung, welche Vermeidungstechniken zur Reduktion der Treibhausgasemissionen eingesetzt werden sollen, verbleibt dabei vollständig im Entscheidungsbereich der regulierten Wirtschaftssubjekte.⁶⁷⁶

4.2.4.1 Ökologische Treffsicherheit der Cap and Trade-Regulierung

Findet die Regulierung der Emission von Treibhausgasen in Form eines Cap and Trade-Ansatzes statt, stellt ein klimapolitisches Ziel nicht nur eine unverbindliche Absichtserklärung dar, dessen Erreichung von unbeeinflussbaren Marktkräften und zukünftigen Entwicklungen abhängig gemacht wird. Mit der Festlegung des Caps wird dem Markt eine ausgewählte Begrenzung der Emissionsmenge an Treibhausgasen unmittelbar vorgegeben. Unabhängig davon, wie die Festlegung einer Emissionsmenge motiviert ist, gelingt mit einem Cap and Trade-Ansatz deren Einhaltung; der Einsatz eines mengenpolitischen Instruments in Form des Cap and Trade-Systems gilt als ökologisch treffsicher.⁶⁷⁷ Nachdem das Ziel einmal bestimmt worden ist und politisch unangetastet bleibt, hängt seine Erreichung nicht mehr vom gesamtwirtschaftlichen Wachstum oder der Dynamik einzelwirtschaftlicher Aktivitäten ab. Zwar kann sich die Emissionsaktivität auf Ebene einzelner Anlagen mit unterschiedlichen Vorzeichen entwickeln, weil keine Emissionsmengenbegrenzungen auf individueller Ebene formuliert sind. Variationen der wirtschaftlichen oder technologischen Rahmenbedingungen drücken sich für die regulierten Wirtschaftssubjekte aber ausschließlich in Form von Preisanpassungen für Emissionszertifikate aus.⁶⁷⁸ Die Emittenten sind nämlich nicht in der Lage, die politisch festgelegte Angebotsmenge auf legalem Wege

⁶⁷⁴ Vgl. Kemper, M. (1993): S. 43.

⁶⁷⁵ Vgl. Bonus, H. (1981a): S. 65 und Siebert, H. (2005): S. 141.

⁶⁷⁶ Die Betrachtung des mengenpolitischen Instrumenteneinsatzes mithilfe einer Cap and Trade-Regulierung erfolgt an dieser Stelle auf einer grundlegenden Ebene. Allerdings haben Detailausgestaltungen erheblichen Einfluss darauf, ob ein solches Instrument die im Folgenden vorzustellenden theoretischen Merkmale auch in der praktischen Umsetzung beibehält. An späterer Stelle gilt es daher, Detailfragen zur Erstausrüstung mit Emissionsrechten, zur Gültigkeitsdauer der Emissionsberechtigungen, zur Bestimmung der zum Handel zugelassenen Personen oder zur Ausgestaltung der Handelsplattform zu diskutieren.

⁶⁷⁷ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 350, Fees, E. (2007): S. 126 und Siebert, H. (2005): S. 141.

⁶⁷⁸ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 350.

auszuweiten, um die Knappheitssituation bei Emissionszertifikaten zu entschärfen. Als legale Handlungsoptionen bieten sich lediglich der Kauf eines Emissionszertifikates oder die Rückführung bzw. die Substitution der Emissionsmenge an.⁶⁷⁹ Dabei muss jede Emissionsmenge, die ein Emittent auf dem Markt nachfragt, von einem anderen Emittenten zurückgeführt werden.⁶⁸⁰ Solange die nachgefragte Menge an Emissionszertifikaten die zur Verfügung stehende übersteigt und keine Vermeidungsmaßnahmen durchgeführt werden, sind steigende Preise für Emissionszertifikate zu erwarten. Da mit steigenden Zertifikatpreisen aber Substitutionshandlungen attraktiver werden, folgen Marktteilnehmer vermehrt dem Anreiz, Vermeidungshandlungen durchzuführen. Der dadurch induzierte Rückgang der Überhangnachfrage kann dann wieder tendenziell preissenkend wirken. Auf dem Markt für Emissionsrechte führt das Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage zu genau derjenigen Menge reduzierter Treibhausgasemissionen, die mit der Setzung des Caps ursprünglich beabsichtigt war. Ohne die Beschränkung der Emissionsmenge würde sich kein Knappheitspreis herausbilden können, der die Wirtschaftssubjekte dazu anregt, die konstruierten Verfügungsrechte über Treibhausgasemissionsmengen miteinander zu handeln. Während mit der Einhaltung der künstlichen Emissionsbeschränkung die von einer Umweltschädigung ausgehenden Kosten vermieden werden können, bleiben die Kosten, die für die ökologische Zielerreichung aufgewendet werden müssen, unbestimmt.⁶⁸¹ Wird der ökologische Rahmen von politischen Entscheidungsträgern zu eng gesetzt, können sich hohe wirtschaftliche Verluste einstellen.⁶⁸² Die Festlegung des Caps stellt daher nicht nur aus ökologischer Sicht die bedeutendste Entscheidung im Rahmen der Cap and Trade-Regulierung dar.

4.2.4.2 *Kosteneffizienz der Cap and Trade-Regulierung*

Nachdem der Regulierer Rechte und Pflichten von Emittenten bestimmt hat, und die vormals kostenlos als Deponie nutzbare Ressource Luft zu einem knappen Gut geworden ist, müssen die Emittenten Zahlungsbereitschaften für die kreierten Nutzungsrechte äußern, wenn sie ihre Emissionen nicht zurückführen. Jeder Emittent, der unter das Regulierungsinstrument fällt, hat daher den Anreiz, sämtliche der privat vorliegenden Informationen zu nutzen, um die Regulierungsbelastung zu minimieren. Dies kann nur dann gelingen, wenn diejenige Emissionsmenge

⁶⁷⁹ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 141.

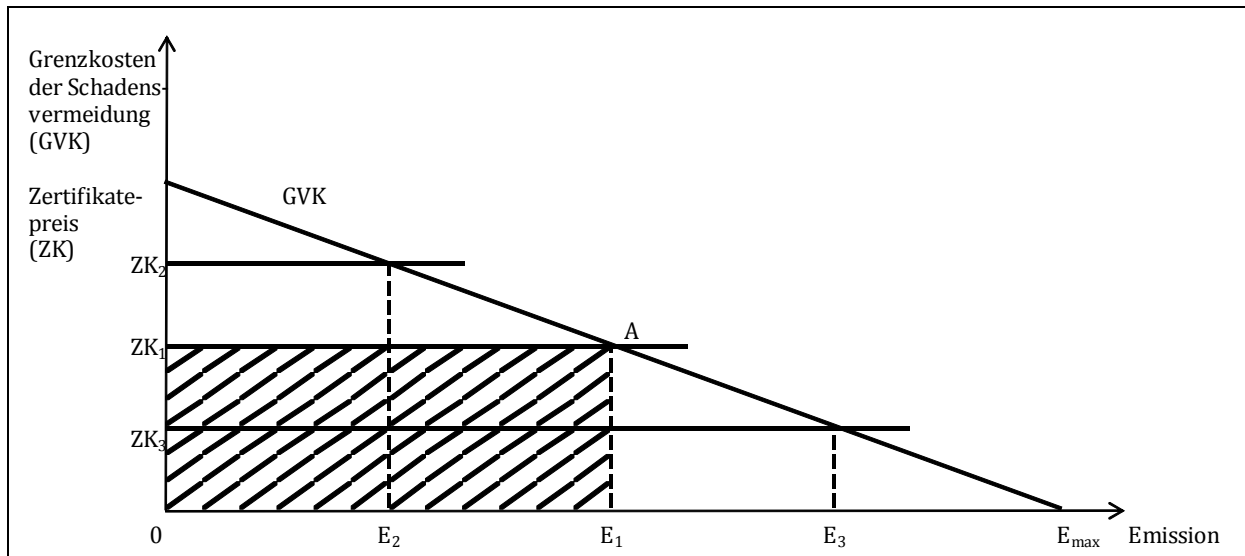
⁶⁸⁰ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 350.

⁶⁸¹ Um die Einhaltung des Caps sicherzustellen, ist allerdings auf Ebene der Wirtschaftssubjekte eine Sanktion für den Fall vorzusehen, wenn Treibhausgase emittiert werden, ohne dass eine entsprechende Anzahl an Emissionsberechtigungen vorliegt. Denn Tatsache ist, dass neben der Zahlung des Zertifikatpreises oder der Rückführung von Emissionen auch die Nichtbefolgung staatlicher Handlungsregeln eine Handlungsoption darstellt. Um letztere Handlungsoption unattraktiv werden zu lassen, ist es erforderlich, die zu erwartende Sanktion prohibitiv hoch anzusetzen. Wie bereits erwähnt wird diese Bedingung im Rahmen der Analyse der grundsätzlichen Funktionsweise umweltpolitischer Instrumente als erfüllt angenommen. Vgl. hierzu Kap. 4.2.2.

⁶⁸² Vgl. Bonus, H. (1990): S. 350.

reduziert wird, deren Vermeidung geringere Kosten auslöst als die Zahlung des erforderlichen Zertifikatpreises. *Abbildung 4f* verdeutlicht diesen Zusammenhang.

Abbildung 4f: Individueller Kostenkalkül bei Mengenregulierung mit handelbaren Schädigungsrechten



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an *Fritsch, M. (2011): S. 124.*

Abgetragen sind auf der Abszisse die Emissionsmenge E und auf der Ordinate die Geldeinheiten, in denen Preis und Grenzvermeidungskosten gemessen werden. Die Kurve der Grenzvermeidungskosten (GVK) stellt den Zusammenhang zwischen Emissionsmenge und den Kosten der Emissionsreduktion dar. Im Unterschied zur Steuerlösung, in welcher der Steuerpreis exogen festgesetzt wird, ergibt sich der Zertifikatspreis endogen aus der hier nicht abgebildeten gesamten Emissionsmenge und der Nachfrage der regulierten Wirtschaftssubjekte nach den handelbaren Schädigungsrechten. Ein Emittent wird sich immer dann zum Kauf eines Zertifikates entscheiden und den Zertifikatspreis zahlen, wenn die Reduzierung einer Einheit des betreffenden Schadstoffes mit vergleichsweise höheren Kosten verbunden ist. Aus individueller Sicht reagiert jeder Anbieter, wenn der Markt nur hinreichend groß ist, dabei als Mengenanpasser, wie er sich auch als ein solcher auf anderen Märkten beim Einkauf von Produktionseinsatzfaktoren oder Konsumgütern verhält.⁶⁸³ Auf Ebene des Emittenten wirkt der Zertifikatspreis daher genauso wie die Umweltsteuer. Liegen seine GVK unter dem Marktpreis für Zertifikate ZK_1 , wird er Emissionen vermeiden, hier, ausgehend von E_{max} bis zum Punkt E_1 . Die Menge $0E_1$ wird weiterhin emittiert, da die Kosten ihrer Vermeidung größer sind als die Zahlung des entsprechenden Zertifikatspreises. Die Kosten der Regulierung betragen insgesamt $0ZK_1AE_{max}$, wobei $0ZK_1AE_1$ als Zahlung infolge des Zertifikatskaufs und E_1AE_{max} als Vermeidungskosten anfallen.

⁶⁸³ Die Darstellung des individuellen Handlungskalküls folgt *Fritsch, M. (2011): S. 124.*

Da jeder gewinnmaximierende Emittent, seinem individuellen Kostenkalkül folgend, solange Vermeidungsmaßnahmen durchführt, bis sich die Grenzkosten der Vermeidung und der Zertifikatpreis entsprechen, sind im Marktgleichgewicht die Grenzvermeidungskosten jedes regulierten Emittenten gleich hoch.⁶⁸⁴ Die Erreichung eines gegebenen ökologischen Mengenziels mit einem Cap and Trade-Ansatz kann ebenso kosteneffizient gelingen, wie es bei einer Steuerlösung der Fall ist.⁶⁸⁵ Im Rahmen des Zertifikatansatzes ergibt sich dieser Wert allerdings endogen.⁶⁸⁶ Der Marktpreis offenbart unmittelbar diejenigen Kosten, die zur Erreichung des Umweltziels mindestens aufgewendet werden müssen und zeigt somit die Opportunitätskosten der umweltpolitischen Zielerreichung an.

Werden Märkte zur Erreichung umweltpolitischer Ziele etabliert, benötigt der politische Entscheidungsträger ausschließlich Informationen zur Bestimmung des Mengenziels. Auf welche Weise, mit welcher Technik, in welcher Branche und in welchem Ausmaß an bestimmten Stellen des Marktes Treibhausgasemissionen vermieden werden, sind Fragen, die völlig dezentral auf Ebene der einzelnen Entscheidungsträger beantwortet werden können.⁶⁸⁷ Ein Markt für Zertifikate liefert Informationen, die sonst nicht ermittelt werden könnten.⁶⁸⁸ Indem teure Strategien verworfen werden und günstige zum Zuge kommen, entwickelt der Markt selbst das Knappheitssignal, das bei zielkonformer Ausgestaltung des Handelssystems den Grenzkosten der Schadensvermeidung entspricht. Wird versucht das Umweltziel über Preislösungen zu erreichen, verzichtet man auf die Bereitstellung dieser Information durch den Markt.

4.2.4.3 *Dynamische Effizienz der Zertifikatlösung*

Ebenso wie die Steuerlösung bietet die Verwendung des Zertifikate-Ansatzes Anreize zur Anwendung und zur Suche nach neuen Technologien der Schadensvermeidung. Dieser Zusammenhang wird in *Abbildung 4h* illustriert, in der auf der Abszisse die Emissionsmenge eines Emittenten abgetragen ist und auf der Ordinate der Preis für ein Zertifikat bzw. die Höhe der Grenzvermeidungskosten in Geldeinheiten angegeben werden. Dem Emittenten sind zwei verschiedene Vermeidungstechnologien bekannt, dargestellt durch die Vermeidungskostenkurven GVK_{alt} und GVK_{neu} .

⁶⁸⁴ Vgl. Siebert, H. (2005): S. 141.

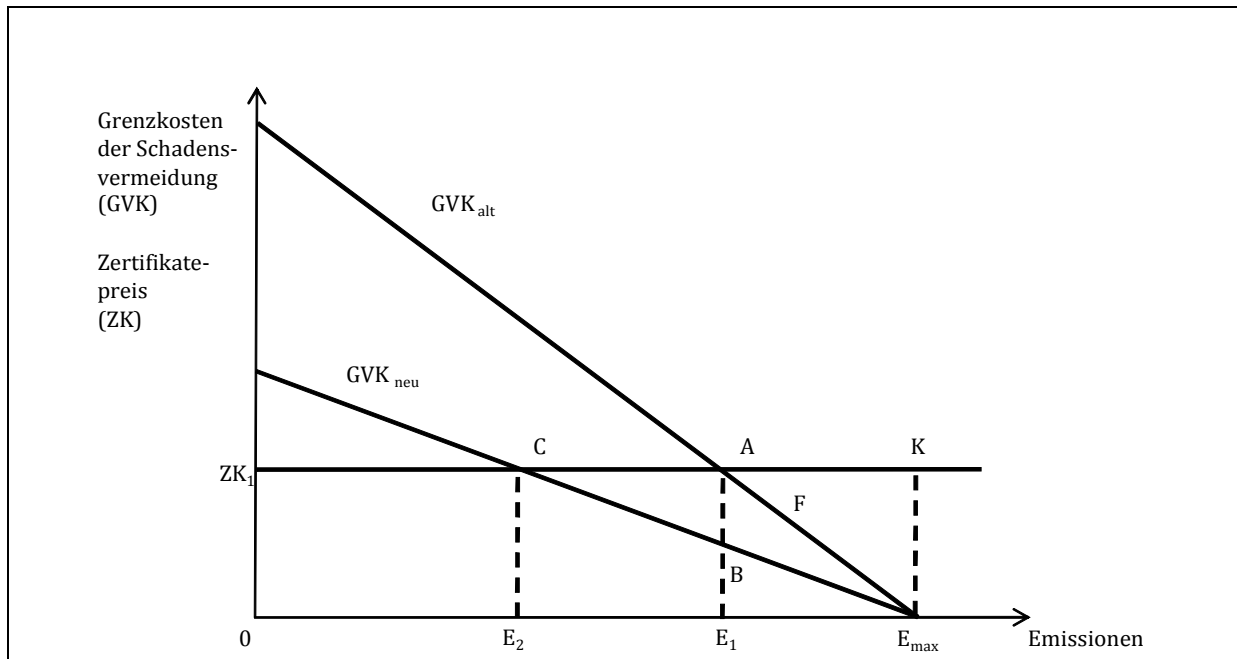
⁶⁸⁵ Vgl. Fees, E. (2007): S. 126, Goodstein, E. S. (2008): S. 312 und Kemper, M. (1993): S. 115. Unter der Nebenbedingung, dass die gewinnmaximierenden, regulierten Unternehmen die gesamten Regulierungskosten zu minimieren versuchen und die Zertifikate auf einem Markt mit freiem Wettbewerb gehandelt werden können, stellt der Cap and Trade-Ansatz ein kosteneffizientes Instrument des Umweltschutzes dar. Vgl. hierfür grundlegend Montgomery, W. D. (1972): S. 414.

⁶⁸⁶ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 350.

⁶⁸⁷ Vgl. Maier-Rigaud, G. (1994): S. 47.

⁶⁸⁸ Vgl. Maier-Rigaud, G. (1994): S. 49.

Abbildung 4g: Dynamische Anreizwirkungen unter einer Mengenregulierung mit handelbaren Schädigungsrechten



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Fees, E. (2007): S. 75.

Beträgt der Zertifikatspreis ZK_1 , wird bei Verwendung der bisherigen, alten Vermeidungstechnologie, eine Menge OE_1 emittiert. Nicht emittiert wird die Menge E_1E_{Max} , da ihre Vermeidung, dargestellt durch die Fläche unterhalb der Grenzkostenfunktion E_1AE_{Max} , kostengünstiger ist, als der Erwerb einer entsprechend erforderlichen Menge Zertifikate AKE_1E_{Max} .

Ist dem Produzenten nun ein Verfahren bekannt, mit dem die Vermeidungskostenfunktion von GVK_{alt} auf GVK_{neu} verschoben werden kann, und setzt er dieses Verfahren ein, sinkt für ihn das kosteneffiziente Emissionsniveau auf OE_2 . Statt wie bisher E_1AE_{Max} an Vermeidungskosten zu zahlen, kann er mit der neuen Technologie das bisherige Niveau an Emissionsreduktionen E_1E_{Max} , günstiger realisieren. Er braucht dazu lediglich Kosten in Höhe von nur E_1BE_{Max} aufzuwenden. Darüber hinaus wird mit der neuen Technologie die Vermeidung weiterer Emissionsmengen, dargestellt durch die Strecke E_1E_2 , attraktiver als der Kauf der kongruenten Menge Emissionsberechtigungen. Statt bisher für diese Emissionsmenge Zertifikate im Wert von E_1E_2CA zu erwerben, kann dieselbe Menge zu Kosten von E_1E_2CB vermieden werden. Insgesamt kann der Produzent mit dem Übergang von GVK_{alt} nach GVK_{neu} und der damit korrespondierenden, geringeren kosteneffizienten Emissionsmenge OE_2 die Belastung durch die Emissionsmengenregulierung um CAE_{Max} reduzieren.⁶⁸⁹

In einem komparativ-statischen Vergleich unterscheiden sich die dynamischen Anreizwirkungen der Steuer- und der Zertifikatregulierung nicht voneinander. Preis- und Men-

⁶⁸⁹ Die Darstellung der Anreizwirkung folgt Fritsch, M. (2011): S. 125.

genregulierungen üben gleichermaßen größere Anreize zur Weiter- und Neuentwicklung von Vermeidungstechnologien aus, als von einer Auflagenlösung erwartet werden kann.⁶⁹⁰ Da der Preis im Rahmen der Mengenregulierung aber nicht auf einem Niveau festgelegt, sondern veränderbar ist, können sich im Zeitablauf auch die aus Sicht der Emittenten effizienten Emissionsmengen verändern. Wenn die Zertifikatpreise aber schwanken, sind auch die Innovationsanreize mal stärker und mal schwächer ausgeprägt. Da nach erfolgten technischen Innovationen bei Vermeidungstechniken c. p. eine sinkende Nachfrage nach Zertifikaten zu erwarten ist, könnte es infolge der davon ausgelösten sinkenden Preise zu abnehmenden Innovationsanreizen im Zeitablauf kommen.⁶⁹¹

Bliebe eine Steuer nach erfolgtem Innovationsschritt hingegen stets unverändert hoch, bliebe auch der Innovationsdruck derselbe. In einer solchen Konstellation wäre die Steuerregulierung einer Zertifikatregulierung gegenüber in Bezug auf die dynamische Anreizwirkung überlegen, weil ein relativ stärker ausgeprägter Druck zur Verwendung technologisch neuartiger Vermeidungsoptionen ausgeübt wird.⁶⁹² Diese in der ökonomischen Literatur häufig zugunsten der Steuerlösung vorgebrachte Argumentation⁶⁹³ stützt sich aber zentral auf die Bedingung, dass der Regulierer im Rahmen einer Steuerregulierung nicht auf die Verwendung neuer technologischer Verfahren mit einer Absenkung des Steuersatzes reagiert.⁶⁹⁴ Und es wird in diesem Zusammenhang explizit darauf hingewiesen, dass der Regulierer Einfluss auf die Erwartungen der regulierten Wirtschaftssubjekte nehmen und ihnen glaubhaft machen muss, dass der Steuersatz im Zeitablauf auch tatsächlich konstant gehalten wird.⁶⁹⁵ Da in der Standardbetrachtung genau diese Annahmen als erfüllt angesehen werden, wird der Steuerlösung die Entfaltung stärkerer Anreize zu technologischen Weiterentwicklungen schlicht zugesprochen.

Ob dieser Anreiz aus umweltökonomischer Sicht auch wünschenswert ist, kann pauschal nicht beantwortet werden. Führt ein Technologieschritt dazu, dass bei gegebenem Steuersatz mehr Schadstoffemissionen vermieden werden, als mit der Umweltregulierung beabsichtigt worden war, verlangt eine zielkonforme Regulierung die Absenkung des Steuersatzes. Die Induzierung weiteren technischen Fortschritts zur Zielerreichung ist dann nicht mehr notwendig.⁶⁹⁶ Werden, weil der Steuersatz konstant gehalten wird, trotzdem weitere Ressourcen für die technologische Weiterentwicklung aufgewendet, kommt es zu einer Überinvestition in Vermei-

⁶⁹⁰ Vgl. Goodstein, E. S. (2008): S. 314.

⁶⁹¹ Vgl. Requate, T. (2006): S. 146.

⁶⁹² Vgl. Requate, T. (2006): S. 132 und Kemper, M. (1993): S. 165.

⁶⁹³ Vgl. Kemper, M. (1993): S. 165.

⁶⁹⁴ Vgl. Requate, T. (2006): S. 134. In dieser Arbeit, die der ökonomischen Standard-Literatur zugeordnet werden kann, wird explizit anhand eines im Zeitablauf konstanten Steuersatzes argumentiert, ohne jedoch zu diskutieren, was das für die ökologische Zielerreichung bedeutet.

⁶⁹⁵ Vgl. Requate, T. (2006): S. 146.

⁶⁹⁶ Vgl. Kemper, M. (1993): S. 168.

dungstechnologien.⁶⁹⁷ Die dafür aufgewendeten knappen Ressourcen könnten in anderen Verwendungen größere Wohlfahrtswirkungen entfalten. Demgegenüber unterlassen die regulierten Wirtschaftssubjekte unter einem Cap and Trade-Ansatz solche Überinvestitionen. Da der Zertifikatspreis sinkt, wenn infolge technischer Innovationen bei Vermeidungstechnologien weniger Zertifikate nachgefragt werden, kommen auch diejenigen Unternehmen in den Genuss geringerer Regulierungskosten, welche die neue Technologie nicht eingeführt haben. Die Erreichung des ökologischen Zieles wird für alle regulierten Wirtschaftssubjekte günstiger.⁶⁹⁸ Unabhängig von diesen Überlegungen bleibt es aber dem Regulierer auch im Rahmen einer Mengenregulierung unbenommen, nach einem Technologieschritt das Zertifikatsangebot zu reduzieren, um so den Zertifikatspreis auf einem gewünscht hohen Niveau zu halten.⁶⁹⁹ Dazu bräuchten lediglich entsprechende Mengen angebotener Zertifikate vom Regulierer aufgekauft und stillgelegt zu werden. Der Steuerlösung als solcher kann daher der induzierte größere Anreiz zur technologischen Weiterentwicklung nicht zugerechnet werden. Den Steuersatz konstant zu halten und mithin passiv nicht auf eine technologische Innovation zu reagieren, stellt ebenso wie die aktive Verknappung der Gesamtmenge an Zertifikaten eine politische Reaktion auf veränderte Rahmenbedingungen dar und ist keinem der beiden Instrumente als Eigenschaft zuzuschreiben.⁷⁰⁰

Berücksichtigt man nun wirtschaftliches Wachstum im Rahmen des Vergleichs der dynamischen Anreize der beiden Instrumente, kehrt sich die Notwendigkeit, für eine zielkonforme Regulierung politisch aktiv werden zu müssen, um. Da gesamtwirtschaftliches Wachstum bedeutet, dass eine gegebene, absolute Gesamtmenge an Zertifikaten im Zeitablauf relativ zum Output knapper wird, steigt mit dem Zertifikatspreis auch der Innovationsdruck. Demgegenüber bedeutet ein konstanter Steuersatz bei allgemeinem wirtschaftlichem Wachstum, dass die Emission einer Schadstoffeinheit im Zeitablauf relativ preisgünstiger wird; der Innovationsanreiz würde im Zeitablauf abnehmen. Um diese Entwicklung zu kompensieren, könnte der Regulierer den Steuersatz erhöhen. D. h., auch hier werden die tatsächlichen Auswirkungen der Veränderung wirtschaftlicher Rahmenbedingungen durch eine politische Entscheidung bestimmt und nicht bereits durch die Instrumentenwahl determiniert.⁷⁰¹

4.2.4.4 *Fazit zur Überlegenheit der Cap and Trade-Regulierung*

Aufgrund ihrer Anreizkompatibilität sind sowohl Lenkungssteuern als auch die Cap and Trade-Mengenregulierung der Auflagenpolitik überlegen.⁷⁰² Bei zielkonformer Ausgestaltung sind beide Instrumente in der Lage, Wirtschaftssubjekte so zu beeinflussen, dass die Nutzung der Erd-

⁶⁹⁷ Vgl. Requate, T. (2006): S. 146.

⁶⁹⁸ Vgl. Requate, T. (2006): S. 135.

⁶⁹⁹ Vgl. Kemper, M. (1993): S. 166.

⁷⁰⁰ Vgl. Kemper, M. (1993): S. 166.

⁷⁰¹ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 356.

⁷⁰² Vgl. Goodstein, E. S. (2008): S. 306 und Kemper, M. (1993): S. 118.

atmosphäre als Deponie für Treibhausgasemissionen Eingang in die individuellen Kosten-Nutzen-Überlegungen findet. Weil bei der Emission von Treibhausgasen Kosten entstehen, wird bei Emittenten der Anreiz ausgelöst, die Emissionsmengen zu reduzieren. Dabei bleibt es jeweils den Emittenten überlassen, welche Vermeidungstechniken sie einsetzen. Dies führt in beiden Fällen zu einer gesamtwirtschaftlich kosteneffizienten ökologischen Zielerreichung, ohne dass dazu staatlichen Entscheidungsträgern entsprechende Informationen vorliegen müssten. So hat es den Anschein, dass Lenkungssteuern und Emissionshandelssysteme gleichermaßen ökologisch und ökonomisch effizient sind, und es macht den Eindruck, dass der Unterschied zwischen beiden lediglich in der Wahl des Ansatzpunktes und der Wirkungsrichtung der Instrumente liegt: Im einen Fall wird das Problem ausgehend von festgesetzten Preisen, im anderen ausgehend von festgelegten Mengen gelöst.⁷⁰³ Auf Basis dieser Schlussfolgerung wird im Rahmen der Diskussion um die Vorzugswürdigkeit verschiedener Instrumente in der Klimapolitik argumentiert, dass dasjenige der beiden Instrumente Verwendung finden sollte, dessen Einsatz die geringeren Transaktionskosten auslöst und mit dessen Umgang Regierung und Verwaltung längere Erfahrungen besitzen. Weil Systeme zum Einzug von Steuern bereits etabliert sind, Emissionshandelssysteme hingegen erst eingerichtet werden müssten, wird die Verwendung von Lenkungssteuern in der Klimapolitik von einigen Ökonomen empfohlen.⁷⁰⁴

Die Feststellung der Wirkungsäquivalenz beider Instrumente trifft allerdings nur für den Fall zu, dass sämtlichen Beteiligten alle relevanten Informationen, die für eine zielkonforme Ausgestaltung der Regulierung notwendig sind, vorliegen.⁷⁰⁵ Liegen diese Informationen nicht vor, d. h., sind sie nur unvollständig vorhanden und asymmetrisch verteilt, und liegt Unsicherheit über zukünftige Entwicklungen vor, unterscheiden sich die Instrumente in qualitativer Hinsicht erheblich voneinander.⁷⁰⁶ Bei Verwendung eines Zertifikate-Ansatzes ist die Erreichung des ökologischen Ziels sichergestellt, jedoch bleiben die anfallenden Kosten unbestimmt.⁷⁰⁷ Werden Steuern als Regulierungsinstrument verwendet, kann prinzipiell ein klares Preissignal ausgesendet werden, an dem Unternehmen ihre langfristigen Investitionsentscheidungen ausrichten können.⁷⁰⁸ Allerdings ist die Erreichung des ökologischen Ziels wegen des Informationsdefizits dann ungewiss. Dass innerhalb von Ökosystemen Schwellen und Belastungsgrenzen

⁷⁰³ Vgl. *Fees, E. (2007): S. 123* und *Goodstein, E. S. (2008): S. 312*. Für die grundlegende Herausarbeitung der Bedingungen, unter denen diese Aussagen gelten, siehe *Weitzman, M. L. (1974): S. 480*.

⁷⁰⁴ Vgl. *Nordhaus, W. D. (2011): S. 668* oder *Metcalf, G. E. (2009a): S. 76*. Siehe auch *Schneider, S. H./Goulder, L. H. (1997): S. 13 f.*

⁷⁰⁵ Vgl. *Baumol, W. J./Oates, W. E. (1988): S. 58 f.*, *Weitzman, M. L. (1974): S. 480* oder *Bonus, H. (1981a): S. 66*.

⁷⁰⁶ Vgl. *Metcalf, G. E. (2009a): S. 76*, *Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 682* und grundlegend für diese Erkenntnis *Weitzman, M. L. (1974): S. 482*. Einen Überblick über die Bedeutung von Unsicherheit bei der umweltpolitischen Zielfestlegung bietet *Pindyck, R. S. (2007)*.

⁷⁰⁷ Vgl. *Bonus, H. (1990): S. 346* oder *Bonus, H. (1990): S. 350*.

⁷⁰⁸ Vgl. *Nordhaus, W. D. (2011): S. 668* oder *Metcalf, G. E. (2009a): S. 77*. Siehe hierzu auch *Bonus, H. (1990): S. 348*.

existieren, deren Überschreitung unumkehrbare Schäden verursachen können, kann innerhalb des Steueransatzes nicht adäquat berücksichtigt werden.⁷⁰⁹ Das bedeutet, dass mit der Entscheidung für den preis- oder den mengenpolitischen Ansatz nicht nur auf einer technischen Ebene die Wirkungsrichtung der Instrumente bestimmt wird, sondern auch, dass ein fundamentaler Unterschied zwischen der Steuer- und der Cap and Trade-Regulierung liegt. Ausgangspunkt der Überlegungen zum Einsatz mengenpolitischer Instrumente ist die Vorstellung eines prinzipiell gegebenen ökologischen Rahmens, innerhalb dessen sich menschliches Leben und Wirtschaften nur dann langfristig behaupten kann, wenn die Grenzen der Belastbarkeit von Ökosystemen nicht überschritten werden.⁷¹⁰ Diese ökologischen Handlungsbedingungen können im Großen und Ganzen als außerhalb der menschlichen Gestaltbarkeit liegend betrachtet werden.⁷¹¹ Die freie Entfaltung persönlicher materieller Präferenzen findet ihre Grenzen – im Rahmen der Klimapolitik in Form von Immissions- und Emissionsgrenzen für atmosphärische Treibhausgase – dann dort, wo die ökologischen Restriktionen vermutet werden. Werden Preis- bzw. Steuerlösungen favorisiert, wird der Zustand von Ökosystemen hingegen der Befriedigung materieller Präferenzen untergeordnet.⁷¹² Da der genaue Wirkungsverlauf von Lenkungssteuern, insofern keine vollständigen Informationen vorliegen, nicht prognostizierbar ist, wird mit der Wahl von Steuern als Regulierungsinstrument bewusst in Kauf genommen, dass das ökologische Mengenziel möglicherweise verfehlt wird. Mit Verweis auf die Unsicherheit über die tatsächlichen Wohlfahrtswirkungen, die sich infolge des Erreichens eines umweltpolitischen Mengenziels einstellen könnten, wird aber die hohe Wahrscheinlichkeit einer solchen Zielverfehlung – einer klassischen ökonomischen Argumentation folgend – nicht als Ausschlusskriterium für die Wahl der Steuerregulierung aufgefasst.⁷¹³ Der zutreffende Verweis darauf, dass die Bestimmung der Lage von Schwellen und Belastungsgrenzen in Ökosystemen ebenso mit Unsicherheit behaftet ist, wie die möglichen negativen Wohlfahrtswirkungen, die sich infolge ihrer Überschreitung einstellen könnten, kann aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Frage nach der Zielkonformität bei einem Einsatz von Lenkungssteuern in der realen Klimapolitik schlicht offen gelassen wird. Als

⁷⁰⁹ Vgl. *Keohane, N. O. (2009)*: 54, siehe hierfür auch *Pindyck, R. S. (2007)*: S. 52 i. V. m. S. 49. Der Charakterisierung von absoluten Grenzen der Belastbarkeit von Ökosystemen liegt – ebenso wie der relativen Bestimmung solcher Grenzen – ein Werturteil über die Zulässigkeit der Substituierung von natürlichem Kapital durch künstliches zugrunde. Vgl. hierfür *Goodstein, E. S. (2008)*: S. 133.

⁷¹⁰ Vgl. *Daly, H. E. (1987)*: S. 326. Vgl. auch *Bonus, H. (1981a)*: S. 58.

⁷¹¹ Tatsächlich sind Menschen in der Lage, Öko-Subsysteme teilweise zu kontrollieren, doch bislang ist es noch nicht gelungen, ein von der Umwelt autarkes biologisches System zu kreieren, welches sich selbständig aufrechterhalten kann. Sowohl in den USA als auch in der ehemaligen Sowjetunion wurden entsprechende Versuche mit dem Ziel unternommen, Raumschiffe zu entwickeln, in denen ein autonomes Ökosystem zur Lösung von Ver- und Entsorgungsproblemen bei Weltraumreisen arbeitet. In solchen Biosphärenexperimenten konnte bislang kein sich selbst aufrechterhaltendes Ökosystem künstlich erzeugt werden. Die Komplexität übersteigt (noch) die Gestaltbarkeit durch den Menschen. Für eine kurze Beschreibung des US-Projekts „Biosphere 2“ siehe *Stockstad, E. (2011)*: S. 146.

⁷¹² Vgl. *Maier-Rigaud, G. (1994)*: S. 46.

⁷¹³ Vgl. *Baumol, W. J./Oates, W. E. (1971)*: S. 48.

Argument, das für den Einsatz von Lenkungssteuern spricht, taugt der o. g. Verweis auf die Unsicherheit also nicht.

Die Frage, ob eine mögliche ökologische Zielverfehlung in Kauf genommen werden sollte, ist zudem ebenso wenig auf einer operationalen Ebene der Instrumentenauswahl zu diskutieren wie die Fragen danach, ob die ökologischen Ziele „richtig“ gesetzt sind, oder ob die Treibhausgaskonzentrations- und Temperaturschwellen innerhalb des Klimasystems überhaupt zutreffend ermittelt werden können. Antworten auf diese Fragen sind vielmehr im Rahmen der umweltpolitischen Zielformulierung zu geben. Denn, ob umweltpolitische Zielverfehlungen schwerer wiegen, als der individuelle Nutzenverzicht, der durch die zwangsweise Verwendung von knappen Ressourcen zum Einsatz von Vermeidungstechnologien ausgelöst wird, hängt von individuellen, normativen Erwägungen ab. In einem Vergleich alternativer gesellschaftlicher Situationen werden im Rahmen solcher Erwägungen die möglichen generationenübergreifenden Verluste einer ökologischen Zielverfehlung in Form von zerstörten Lebensräumen, abnehmender Artenvielfalt oder zusammenbrechender Ökosysteme den möglichen Opportunitätskosten nicht realisierten Konsums und entgangener Gewinnmöglichkeiten gegenübergestellt, die sich aus einer Überinvestition in Technologien zur Abwendung eines Umweltproblems ergeben könnten. Hierbei können unterschiedliche Auffassungen über die Zulässigkeit der Substitution von natürlichem durch vom Menschen geschaffenes Kapital und über den Grad der Berücksichtigung der Wohlfahrt von nachfolgenden Generationen in heutigen Entscheidungen zu unterschiedlichen Ergebnissen in Bezug auf die Vorzugswürdigkeit der miteinander verglichenen Situationen führen.⁷¹⁴

Welches der beiden Instrumente auf Basis solcher Überlegungen letztlich vorzuziehen ist, hängt davon ab, worauf es den Entscheidungsträgern in der Umweltpolitik stärker ankommt: Steht die Kontrolle der mit der Umweltregulierung einhergehenden Kosten im Vordergrund, bietet sich das preispolitische Instrumentarium an. Wird hingegen vornehmlich die ökologische Präzision des Instrumenteneinsatzes geschätzt, ist eine Mengenregulierung in Form des Cap and Trade-Ansatzes das Instrument der Wahl.⁷¹⁵ Ob nun die Kostenkontrolle oder die ökologische Zielerreichung bei der umweltpolitischen Rahmensetzung im Vordergrund stehen sollten, ist eine originär gesellschaftliche und damit politische Aufgabe, die im Rahmen der ökologischen Zielwertfestlegung anzugehen ist.⁷¹⁶ Auf einer objektiven, rein technologischen Ebene kann demnach die Frage nach der generellen Vorzugswürdigkeit von einem der beiden Instrumente nicht beantwortet werden.

⁷¹⁴ Vgl. Goodstein, E. S. (2008): S. 133.

⁷¹⁵ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 357.

⁷¹⁶ Vgl. Daly, H. E. (1987): S. 328. Siehe auch Bonus, H. (1981a): S. 58 und S. 60. Die entsprechende Diskussion um mögliche und tatsächliche Ziele in der Klimaschutzpolitik wurde in Kap. 2.2 geführt.

Vor dem Hintergrund der möglichen Schwellenproblematik innerhalb des Klimasystems spricht die ökologische Treffsicherheit für die Anwendung eines Cap and Trade-Ansatzes. Gleichwohl ist, trotz der Festlegung auf ein bestimmtes Ziel und des Einsatzes eines zielkonformen umweltpolitischen Instruments, keineswegs sichergestellt, dass es nicht zu einer Überschreitung der tatsächlichen Schwellen und Kipp-Punkte innerhalb des Klimasystems und damit zu einer Überbelastung der als schützenswert eingestuften Ökosysteme kommt. Es ist auch nicht sicher, ob nach einer Zielerreichung das Ökosystem nicht auch noch weitere Schadstoffmengen absorbieren könnte, ohne dass es zu Folgeschäden käme.⁷¹⁷ Die formulierten Belastungsgrenzen der Subsysteme des Klimasystems sind nicht endgültig determiniert. Aufgrund der bislang nicht nachvollziehbaren Komplexität des Klimasystems, sind alle Kenntnisse vorläufig.⁷¹⁸ Aber auch die Frage, inwieweit sich das bekannte Wissen dazu eignet, als Entscheidungsbasis zur Bestimmung ökologischer Belastungsgrenzen innerhalb des Klimasystems zu dienen, ist auf der Ebene der Zielfestlegung in einer politischen Diskussion zu klären.

Um sich im Rahmen des Zertifikatansatzes die Möglichkeit offen zu halten, auf den veränderlichen Stand naturwissenschaftlichen Wissens mit einer entsprechenden Neu-Festlegung des Caps reagieren zu können, bietet sich eine zeitliche Befristung der Emissionsberechtigungen an.⁷¹⁹ Auch verteilungspolitische Ziele können in den institutionellen Rahmen des Handelssystems integriert werden, indem ausgewählte Emittenten entweder kostenlos Zertifikate zugeteilt bekommen oder sie Subventionszahlungen erhalten. Sollen spätere Generationen an den Kosten der Schadensvermeidung stärker beteiligt werden, können Zertifikate mit zeitlichen Abwertungsfaktoren versehen oder die zulässige Gesamtemissionsmenge im Laufe der Zeit zu festgelegten Zeitpunkten reduziert werden. Alternativ besteht stets die Möglichkeit, über Marktinterventionen, wie dem Kauf und anschließender Stilllegung von gehandelten Zertifikaten, die Emissionsmenge zu reduzieren. Politische Entscheidungsträger können zudem viele Arten prozesspolitischer Eingriffe vornehmen, um nicht-ökologische Ziele zu verfolgen. Solange sie die Formulierung der Emissionsobergrenze unangetastet lassen, bewirken solche Eingriffe lediglich Vermögensumverteilungen oder aber einen allgemeinen Anstieg der Regulierungskosten.

Auf Basis der derzeitigen Kenntnisse über das Klimasystem verlangt die Vermeidung eines Klimawandels die dauerhafte Berücksichtigung der natürlichen Knappheitsbedingungen innerhalb des Klimasystems. Solange die Menschheit fossile Energien zur Herstellung von Elektrizität, Wärme- oder Bewegungsenergie nutzt, ist ein verbindlicher Handlungsrahmen erforderlich, der

⁷¹⁷ Fraglich ist also, ob das Ziel aus ökonomischer Sicht so gesetzt ist, dass seine Erreichung mehr Nutzen stiftet als es Kosten verursacht, vgl. *Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 700*. Die Zweckmäßigkeit gesetzter Zielvorgaben gilt es sorgfältig festzustellen und ist daher zu überprüfen, wenn sich der Stand relevanten naturwissenschaftlichen Wissens verändert; vgl. *Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 724*.

⁷¹⁸ Vgl. *Keohane, N. O. (2009): S. 48* sowie *Pindyck, R. S. (2007): S. 45*.

⁷¹⁹ Vgl. *Bonus, H. (1981a): S. 71*.

strukturell-wirtschaftliche Veränderungen hin zu kohlenstoffarmen Energieerzeugungstechniken auslöst.⁷²⁰ Während beim Einsatz von Steuern in der Klimapolitik das anvisierte klimapolitische Ziel ständig zur Disposition stünde, könnte mit dem umfassenden Einsatz der Cap and Trade-Regulierung ein solcher Transformationsprozess flexibel und kosteneffizient ausgelöst werden.⁷²¹ Daher ist in der Klimapolitik das mengenpolitische Instrumentarium in Form des Cap and Trade-Ansatzes allen anderen Regulierungsinstrumenten überlegen.⁷²²

4.3 Sektorspezifische Regulierung in der Klimapolitik

In der *Europäischen Union* wird seit dem 01.01.2005 knapp die Hälfte der Treibhausgasemissionen im Rahmen eines EU-weiten Handelssystems für Emissionsberechtigungen reguliert.⁷²³ Nach einer kurzen Beschreibung des Handelssystems wird dessen sektorspezifische Ausgestaltung diskutiert.⁷²⁴ Anschließend werden die Bedingungen spezifiziert, unter denen eine sektorspezifische Regulierung in der Klimapolitik aus ökonomischer Sicht vorteilhaft ist.⁷²⁵ Abschließend wird eine Übersicht aktueller sektoraler Erweiterungs- und Ausweitungsvorschläge präsentiert.

4.3.1 Das Europäische Emissionshandelssystem

Der Betrieb einer gemeinsamen europäischen Handelsplattform für Treibhausgasemissionsberechtigungen geht auf die europapolitische Entscheidung zurück, im Rahmen des *Kyoto-Protokolls* ein gemeinsames Mengenziel zur Reduktion der Treibhausgasemissionen ausgegeben zu haben.⁷²⁶ Konzipiert ist das Handelssystem als sektorspezifisches Cap and Trade-System für CO₂-Emissionen.⁷²⁷ D. h., dass es erstens eine für alle einbezogenen Anlagen gemeinsam geltende Obergrenze für Treibhausgasemissionen in einem bestimmten Zeitraum gibt.⁷²⁸ Zweitens müssen die regulierten Wirtschaftssubjekte für jede innerhalb des bestimmten Zeitraumes ausge-

⁷²⁰ Vgl. Maier-Rigaud, G. (1994): S. 48.

⁷²¹ Vgl. Bonus, H. (1981a): S. 62 und Keohane, N. O. (2009): S. 56.

⁷²² Vgl. Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 687.

⁷²³ Vgl. Ellerman, A. D./Buchner, B. K. (2007): S. 66. Die gemeinsame Rechtsgrundlage stellt die *EU-Emissionshandelsrichtlinie* dar. Vgl. *EU-Emissionshandelsrichtlinie* (2003).

⁷²⁴ Die Ausgestaltung kann als sektorspezifisch bezeichnet werden, weil in das Handelssystem lediglich Akteure ausgewählter Sektoren wirtschaftlicher Aktivität einbezogen werden.

⁷²⁵ Im Rahmen einer sektorspezifischen Regulierung wird die national zulässige Gesamtemissionsmenge auf verschiedene Gruppen von Emittenten, getrennt nach ausgewählten Wirtschaftssektoren, aufgeteilt.

⁷²⁶ Dieses international als „burden sharing agreement“ bekannte Übereinkommen europäischer Nationen wurde vom Rat der Europäischen Union am 25.04.2002 beschlossen. Vgl. Rat der Europäischen Union (2002).

⁷²⁷ Vgl. Convery, F. J./Redmond, L. (2007): S. 90.

⁷²⁸ Mit der Bestimmung der Gesamthandelsmenge an Emissionszertifikaten oder „Cap“ wird das ökologische Ziel, d. h. die zulässige Gesamtemissionsmenge für den Regulierungsraum bestimmt.

stoßene Menge Treibhausgase eine entsprechende Anzahl Emissionszertifikate vorlegen.⁷²⁹ Die Emissionsberechtigungen können drittens unter den Marktteilnehmern frei gehandelt werden.

In *Deutschland* fallen ausgewählte Industrieanlagen aus dem Energiesektor und dem produzierenden Gewerbe, bei deren Betrieb es zur Emission von Treibhausgasen kommt, unter die Regelungen des *Europäischen Emissionshandelssystems*. Zur ersten Gruppe zählen Anlagen der Energieerzeugung und -umwandlung, d. h. Kraftwerke, Kokereien und Raffinerien. Zur zweiten Gruppe gehören Anlagen der Metallherstellung, wie z. B. Stahlhütten, Industrieanlagen der Zement-, Glas- oder Keramikherstellung sowie der Zellstoff- und Papierindustrie. Die Teilnahme am *Europäischen Emissionshandelssystem* ist für die Betreiber solcher Anlagen dann verpflichtend, wenn branchenspezifische Mindestanlagengrößen überschritten werden. So fallen beispielsweise die Energieerzeugungsanlagen nur dann unter die Regelungen des Emissionshandelssystems, wenn sie über mindestens 20 MW Feuerungsleistung verfügen.⁷³⁰ Das *Europäische Handelssystem* stellt seit seiner Einführung den weltweit größten Emissionsrechtemarkt dar.⁷³¹

Innerhalb des *Europäischen Emissionshandelssystems* lassen sich drei Handelsperioden gegeneinander abgrenzen, die sich in Bezug auf die herrschenden Handelsbedingungen voneinander unterscheiden. Die erste Handelsperiode dauerte von 2005 bis 2007. Hauptsächlicher Zweck dieser Erprobungsphase war es, Informationen und Erfahrungen im Umgang mit einem neuen Regulierungssystem zu sammeln.⁷³² Neben anfänglich geringen Handelsvolumina und stark schwankenden Preisen kam es schließlich zu einem fast vollständigen Preisverfall für Emissionszertifikate.⁷³³ Denn als den Marktteilnehmern bekannt wurde, dass in vielen EU-Staaten die Emittenten überreichlich mit kostenlosen Emissionsrechten ausgestattet wurden, verfiel der ökonomische Wert der Emissionsberechtigungen. Der gesetzte Cap stellte schlicht keine künstliche Mengenbeschränkung dar.⁷³⁴ Gemessen an den Zielen, zu denen das Aufdecken von möglichen Konstruktionsfehlern zählte, kann die Pilotphase des Handelssystems dennoch als erfolg-

⁷²⁹ Die Betreiber von in *Deutschland* installierten Industrieanlagen, die in das Handelssystem einbezogen sind, legen ihre Emissionszertifikate der *Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt)* zur Einlösung vor.

⁷³⁰ Vgl. *EU-Emissionshandelsrichtlinie (2003)*: Art. 2, Anhang I.

⁷³¹ Vgl. Convery, F. J./Ellerman, D./De Perthuis, C. (2008): S. 13.

⁷³² Vgl. *Monopolkommission (2011)*: S. 189 und Convery, F. J./Ellerman, D./De Perthuis, C. (2008): S. 12.

⁷³³ Vgl. Convery, F. J./Ellerman, D./De Perthuis, C. (2008): S. 32.

⁷³⁴ Als Ursachen für diesen Preisverfall gelten in besonderem Maße Konstruktionsfehler bei der Festlegung von Verantwortlichkeiten für das Erstellungsverfahren und das Monitoring-System. So lag es in der Entscheidungsgewalt nationaler Regierungen, den Cap für die sich auf dem jeweiligen nationalen Hoheitsgebiet befindlichen Anlagen festzulegen. Eine gemeinschaftliche Abstimmung oder die Verwendung einheitlicher Zuteilungsregeln fanden nicht statt. Die *EU-Kommission* hatte zudem lediglich ein Kontrollrecht, welches sie aufgrund zu eng gesetzter Zeitrestriktionen nicht ausüben konnte. Die Überausstattung der zu regulierenden Wirtschaftssubjekte mit Emissionsrechten wird auf fehlende Informationen auf Seiten der nationalen Regulierungsinstitutionen, Zeitdruck, das Ausnutzen asymmetrisch verteilter Informationen durch die zu regulierenden Wirtschaftssubjekte und deren erfolgreiche Rent Seeking-Bemühungen zurückgeführt. Vgl. Convery, F. J./Ellerman, D./De Perthuis, C. (2008): S. 10 oder Häder, M. (2010): S. 12. Vgl. hierzu auch *SRU (2008)*: S. 148. Für die Bedeutung des Rent Seekings siehe insbesondere Zöckler, J. (2004): S. 69 ff.

reich beurteilt werden. Das Handelssystem erwies sich, bis zu dem Zeitpunkt, als die übermäßige Ausstattung der Emittenten bekannt wurde, als praktikabel und funktionsfähig. In den Jahren 2005 und 2006 entließen die einbezogenen Industrieanlagen rund 2,5 - 5 % weniger Kohlendioxid in die Atmosphäre, als ohne das Emissionshandelssystem zu erwarten gewesen wäre.⁷³⁵ Dass es über den gesamten Zeitraum nicht zu einer stärkeren Reduzierung von Emissionen kam, ist indes nicht dem Instrument selbst anzulasten. Die geringe ökologische Lenkungswirkung ist auf schwerwiegende – aber korrigierbare – Fehler in der konkreten institutionellen Ausgestaltung zurückzuführen.⁷³⁶ Dass die schwerwiegenden Konstruktionsfehler während des Systembetriebs aufgedeckt wurden, spricht eher für als gegen die Anwendung des Instruments. Denn die Offenlegung der Informationen zur überreichlichen Erstallokation von Emissionsrechten hatte vorhersehbar rationale Marktreaktionen zur Folge; nämlich den Verfall der Marktpreise für die gehandelten Emissionsberechtigungen.⁷³⁷ Diese Konstruktionsfehler der ersten Phase berühren die folgenden Handelsphasen jedoch nicht. Sämtliche Emissionsberechtigungen verloren, wie vorgesehen, am 30.04.2008 ihre Gültigkeit.⁷³⁸

Die zweite Handelsperiode umfasste die Jahre 2008 - 2012. Sie ist identisch mit der Verpflichtungsperiode des *Kyoto-Protokolls*. Reguliert wurde auch in dieser Phase ausschließlich das Treibhausgas CO₂. Unter das Handelssystem fielen EU-weit insgesamt rund 11.400 Industrieanlagen, in denen rund 46 % der europäischen CO₂-Emissionen verursacht worden sind.⁷³⁹ Darunter befanden sich 1.849 Anlagen, die in *Deutschland* betrieben wurden. Dort verantworteten diese Anlagen rund 60 % der nationalen CO₂-Emissionen.⁷⁴⁰ Die jährliche Obergrenze für CO₂-Emissionsmengen betrug für die einbezogenen Anlagen in der zweiten Handelsphase europaweit 2,08 Mrd. Tonnen.⁷⁴¹ Auf *Deutschland* entfielen davon 453 Mio. Tonnen pro Jahr.⁷⁴² Hierbei handelte es sich um eine tatsächliche Knappheitsgrenze.⁷⁴³ Aufbauend auf den Erfahrungen der ersten Periode wurden zudem weitere Veränderungen an den Rahmenbedingungen vorgenommen. Mit Beginn der zweiten Handelsphase stand es den Nationalstaaten beispielsweise frei, bis zu 10 % der Erstaussstattung über den Weg der Auktion zu allozieren.⁷⁴⁴ In *Deutschland* wurden jährlich 40 Mio. Tonnen CO₂-Emissionszertifikate versteigert. Das entsprach 8,8 % des deutschen Emissionsbudgets.⁷⁴⁵ Die Form der Versteigerung als Erstaussgabemechanismus wird al-

⁷³⁵ Vgl. Convery, F. J./Ellerman, D./De Perthuis, C. (2008): S. 17.

⁷³⁶ Vgl. Häder, M. (2010): S. 12.

⁷³⁷ Vgl. Convery, F. J./Ellerman, D./De Perthuis, C. (2008): S. 25 f.

⁷³⁸ Vgl. Ehrmann, M. (2011): S. 117.

⁷³⁹ Vgl. Häder, M. (2010): S. 12.

⁷⁴⁰ Vgl. SRU (2008): S. 143.

⁷⁴¹ Vgl. EU-Kommission (2007): S. 1.

⁷⁴² Vgl. SRU (2008): S. 150.

⁷⁴³ Vgl. SRU (2008): S. 151 und Convery, F. J./Redmond, L. (2007): S. 94.

⁷⁴⁴ Vgl. EU-Emissionshandelsrichtlinie (2003): Art. 10.

⁷⁴⁵ Vgl. SRU (2008): S. 150.

lerdings nur für Anlagen der Energieerzeugung gewählt. Hier fielen zudem die Zuteilungsmengen gegenüber der ersten Handelsperiode deutlich restriktiver aus; teilweise mussten die Betreiber für einzelne Anlagen bis zu 50 % der Emissionsberechtigungen auf dem Markt bzw. im Rahmen der jährlich stattfindenden Auktionen erwerben.⁷⁴⁶ Dieses Vorgehen ist als Reaktion des Gesetzgebers auf die sog. „Windfall Profits“ zu interpretieren, die während der ersten Handelsphase von den Energieversorgungsunternehmen vereinnahmt werden konnten.⁷⁴⁷ Die Energieversorger hatten nämlich bei der Bestimmung der Herstellkosten für die produzierten Strommengen die Opportunitätskosten der eingelösten Emissionszertifikate rationalerweise in Höhe ihres Marktpreises berücksichtigt. Aufgrund der relativ unelastischen Energienachfrage, insbesondere der privaten Endverbraucher, und der großen Machtkonzentration im Energiesektor konnten die Energieversorger jene Opportunitätskosten leicht auf die Nachfrager überwälzen. Da sie selbst jedoch keine Ressourcen aufwenden mussten, um in den Besitz der Zertifikate zu gelangen, konnten sie regulierungsbedingt entsprechende Zusatzgewinne vereinnahmen.⁷⁴⁸ Dieses betriebswirtschaftlich korrekte Verhalten wurde von politischer Seite als unfair und korrekturbedürftig empfunden. Daher sind Anlagen zur Energieerzeugung im Vergleich zur ersten Handelsphase mit deutlich weniger Zertifikaten ausgestattet worden. Mit Verweis auf die mögliche Beeinträchtigung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit wurden die einbezogenen Industrieanlagen allerdings auch in der zweiten Handelsphase nahezu vollständig und kostenlos mit Emissionsberechtigungen ausgestattet.⁷⁴⁹

Die dritte Handelsperiode umfasst die Jahre 2013 bis 2020. Neben der Verlängerung der Handelsperiode auf acht Jahre gibt es weitere Veränderungen am Handelssystem. Um innereuropäische Wettbewerbsverzerrungen zu verhindern und um die Einhaltung der europäischen Klimaschutzziele sicherzustellen, werden die Kompetenzen bzgl. der Erstallokation und der Cap-Formulierung stärker zentralisiert und die entsprechenden gesetzlichen Regelungen in den Mitgliedstaaten harmonisiert. Statt einer nationalen Festlegung der Obergrenze zulässiger Emissionsmengen für die einbezogenen Industrieanlagen, verbunden mit einem Prüfungsrecht der *EU-Kommission*, werden die entsprechenden nationalen Emissionsmengen ab 2013 von der *EU-Kommission* festgelegt.⁷⁵⁰ Als Orientierungsgröße gilt das von den EU-Staaten gemeinsam für das Jahr 2020 anvisierte Ziel einer Reduktion des Treibhausgasausstoßes um 20 % gegenüber dem Emissionsniveau des Jahres 1990. Innerhalb des Emissionsrechtehandelssektors sollen die Emissionen um 21 % abgesenkt werden. Konkret sollen im Jahr 2013 CO₂-Handelszertifikate ausgegeben werden, die insgesamt zu einer Emission von 2,04 Mrd. Tonnen Kohlendioxid be-

⁷⁴⁶ Vgl. *Monopolkommission (2011)*: S. 189.

⁷⁴⁷ Vgl. *Ehrmann, M. (2011)*: S. 117.

⁷⁴⁸ Vgl. *Monopolkommission (2011)*: S. 190.

⁷⁴⁹ So werden bestehende Industrieanlagen zu großen Teilen mit 98,75 % der nach historischen Zeitreihen ermittelten Durchschnittsemissionen mit Zertifikaten ausgestattet. Vgl. *SRU (2008)*: S. 150.

⁷⁵⁰ Vgl. *Monopolkommission (2011)*: S. 189.

rechten.⁷⁵¹ Diese Menge soll bis zum Jahr 2020 jährlich um 1,74 % gemindert werden.⁷⁵² Das bisherige Grundprinzip einer weitestgehend kostenlosen Vergabe der Emissionsrechte im Rahmen der Erstallokation wird schrittweise aufgegeben. Überwiegend sollen die Rechte zukünftig im Rahmen von einheitlich ausgestalteten Auktionen ausgegeben werden. So werden seit Beginn des Jahres 2013 diejenigen Zertifikate, die zum Betrieb von Energieerzeugungsanlagen benötigt werden, vollumfänglich über Auktionsverfahren veräußert.⁷⁵³ Für Industrieanlagen ist ein länger andauernder Übergang bis zur vollständigen Versteigerung geplant, der voraussichtlich bis zum Jahr 2027 andauern soll.⁷⁵⁴ Kostenfreie Zuteilungen sind nur noch in Ausnahmefällen und für solche Industriebereiche und Wirtschaftssektoren vorgesehen, in denen ein starker internationaler Wettbewerbsdruck vorherrscht.⁷⁵⁵ Die in der dritten Phase zur Anwendung kommenden Regeln zur unentgeltlichen Zuteilung sollen ebenfalls auf Grundlage einheitlicher Regelungen vorgenommen werden. National unterschiedliche Vorgehensweisen sollen weitgehend vermieden werden.⁷⁵⁶

Als problematisch wird von verschiedenen Seiten die Entwicklung der Zertifikatpreise in der dritten Handelsphase erachtet.⁷⁵⁷ Von anfänglich rund 7,- Euro zu Beginn des Jahres 2013 sank der Preis zwischenzeitlich auf etwas unter 3,- Euro im April 2013.⁷⁵⁸ Im Verlauf der zweiten Jahreshälfte stabilisierte sich der Preis bei rund 5,- Euro.⁷⁵⁹ Erwartet wurde von den Marktteilnehmern allerdings, dass sich in der dritten Handelsperiode Preise für Emissionsberechtigungen in Höhe von etwa 28,- Euro einstellen würden.⁷⁶⁰ Damit fallen die vom Handelssystem ausgehenden Anreize zu technologischen Weiterentwicklungen und zum Einsatz von Vermeidungstechnologien preisbedingt geringer aus, als vor dem Start der dritten Handelsphase von politi-

⁷⁵¹ Vgl. *Monopolkommission (2011)*: S. 189. Die Menge umfasst sowohl die neu einbezogenen Sektoren als auch die in CO₂-Äquivalente umgerechneten N₂O- und PFC-Emissionen.

⁷⁵² Vgl. *SRU (2008)*: S. 158 und *DEHSt (2013a)*: S. 1.

⁷⁵³ Vgl. *Monopolkommission (2011)*: S. 189 und *DEHSt (2013a)*: S. 2.

⁷⁵⁴ Vgl. *Ehrmann, M. (2011)*: S. 118.

⁷⁵⁵ Vgl. *SRU (2008)*: S. 159. Für die entsprechenden Vorgaben siehe *EU-Kommission (2011)*. Für die Festlegung der Kriterien enthält die *Emissionshandelsrichtlinie 2009* detaillierte Regeln: Verursacht der Emissionshandel einen Anstieg der Produktionskosten innerhalb des Sektors um mehr als 5 % und liegt die EU-externe Handelsintensität über 10 % oder übersteigt eines der beiden Kriterien 30 % liegt eine besondere Verlagerungsgefahr vor, die zu einer kostenlosen Erstausrüstung mit Emissionszertifikaten berechtigt. Diese Ausnahmeregelungen gelten so lange, bis ein internationales Klimaschutzabkommen verabschiedet wird. Vgl. *Ehrmann, M. (2011)*: S. 118 f. Unter Verwendung der genannten Kriterien hat die *EU-Kommission* 164 Sektoren bestimmt, in denen es mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Emissionsverlagerungen kommen würden, sollten dort keine unentgeltlichen Zuteilungsregeln angewandt werden. Vgl. *EU-Kommission (2010)*.

⁷⁵⁶ Vgl. *Monopolkommission (2011)*: S. 189 und *SRU (2008)*: S. 159 f.

⁷⁵⁷ Vgl. *Auffhammer, M. et al. (2013)*, siehe auch *ICAP (2014)*: S. 28.

⁷⁵⁸ Vgl. *DEHSt (2013b)*: S. 11 und *DEHSt (2013c)*: S. 11.

⁷⁵⁹ Vgl. *DEHSt (2013d)*: S. 11 und *DEHSt (2013e)*: S. 12.

⁷⁶⁰ Vgl. *KFW/ZEW (2011)*: S. 22.

scher Seite abzusehen war.⁷⁶¹ Zurückzuführen ist die Preisentwicklung zu Beginn der dritten Handelsphase, ebenso wie zuvor in der zweiten Handelsphase, u. a. auf die zurzeit geringer als erwartet ausgeprägte wirtschaftliche Aktivität im Euroraum, die mit einer entsprechend geringeren Nachfrage nach Emissionszertifikaten einhergeht, als zum Zeitpunkt der Festlegung des Caps erwartet worden war. Ebenso senkend auf die Nachfrage nach Zertifikaten wirkt sich die umfassende Implementierung von weiteren klima- und energiepolitischen Regelungen neben dem Emissionshandelssystem in *Europa* aus, insofern sie eine Verringerung der auf Basis von fossilen Brennstoffen erzeugten Menge Energie sowie des Verbrauchs von Energie zur Folge haben. Desweiteren hat die unerwartet große Menge an anrechenbaren Zertifikaten aus der Nutzung der flexiblen Mechanismen des *Kyoto-Protokolls* zu einer Vergrößerung des Angebots an Zertifikaten geführt.⁷⁶² Alle drei erwähnten Effekte führen zu einem Marktpreis, der weit unter dem erwarteten Preis liegt.

Obschon die vom geringen Zertifikatpreis ausgehenden relativ geringen dynamischen Anreize – angesichts der Erwartungen, die an die Einrichtung des Emissionshandelssystems geknüpft waren – moniert werden können, spricht die Preisentwicklung nicht gegen die Funktionalität des Marktes. Das vereinbarte klimapolitische Ziel wird auf ökonomisch effiziente Weise erreicht. Gleichwohl ist auf europäischer Ebene die Entscheidung getroffen worden, Einfluss auf den Zertifikatemarkt zu nehmen. Eine bestimmte Menge von Zertifikaten soll nicht wie geplant in den Jahren 2015 - 2017 versteigert, sondern erst ab dem Jahr 2019 in den Markt gebracht werden.⁷⁶³ Mit diesem als „Backloading“ bezeichneten Verfahren wird das Angebot an Zertifikaten kurzfristig verknappt und das Ziel verfolgt, den Zertifikatpreis ansteigen zu lassen. Inwieweit mit diesem Vorgehen die beabsichtigte Beeinflussung des Zertifikatpreises gelingt und ob damit der erhoffte stärker wirkende Anreiz zum Einsatz von Vermeidungstechnologien tatsächlich ausgelöst wird, bleibt abzuwarten.⁷⁶⁴

4.3.2 Ökonomische Würdigung der sektorspezifischen Cap and Trade-Regulierung

Wie im vorangegangenen Teilkapitel dargestellt, werden lediglich ausgewählte Sektoren und Branchen wirtschaftlicher Aktivität vom *Europäischen Emissionshandelssystem* erfasst. Auskunft darüber, um welche Sektoren es sich dabei in *Deutschland* handelt, sowie über die anvisierten sektoralen Emissionsmengenziele geben die auf Staatenebene formulierten „*Nationalen Allokationspläne*“.⁷⁶⁵ Zu deren Aufstellung sind die europäischen Staaten seit Inkrafttreten der *Europäi-*

⁷⁶¹ Vgl. *ICAP (2014)*: S. 8 siehe auch *KFW/ZEW (2011)*: S. 22 f.

⁷⁶² Für eine Beschreibung der Ursachen der Preisentwicklung vgl. *ICAP (2014)*: S. 8 f. sowie *KFW/ZEW (2013)*: S. 20.

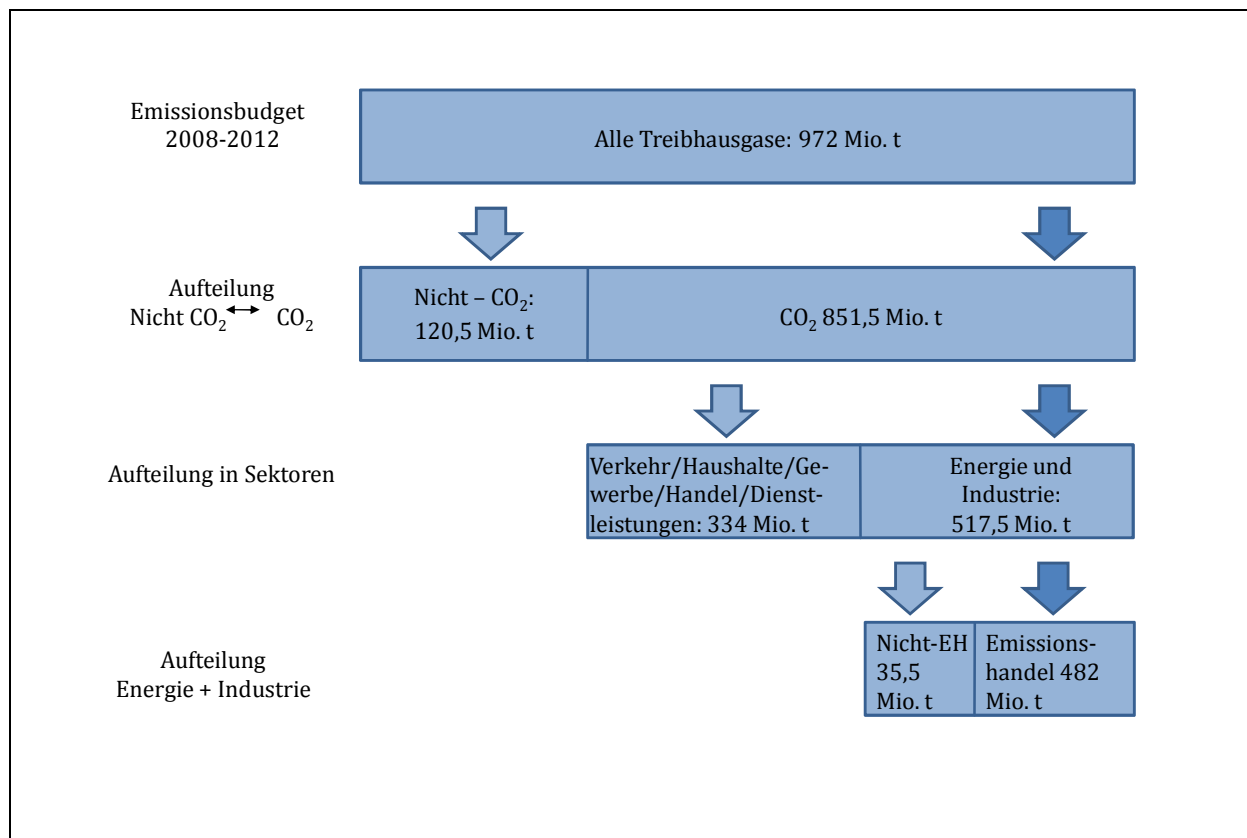
⁷⁶³ Vgl. *ICAP (2014)*: S. 28.

⁷⁶⁴ Vgl. *KFW/ZEW (2012)*: S. 13 f.

⁷⁶⁵ Vgl. *Ellerman, A. D./Buchner, B. K. (2007)*: S. 70.

schen *Emissionshandelsrichtlinie* aufgefördert.⁷⁶⁶ In den *Nationalen Allokationsplänen* wird erläutert, wie die nationalen Reduktionsziele für Treibhausgasemissionen, die innerhalb des „EU burden sharing“ übernommen worden sind, erreicht werden sollen. Insbesondere ist in den *Nationalen Allokationsplänen* eine genaue Zuordnung von Branchen und Wirtschaftssektoren in vom Handelssystem erfasste und nicht erfasste Wirtschaftsbereiche vorzunehmen. Anzugeben sind ferner Daten in Bezug auf die Entwicklung der nationalen Emissionsmengen, Informationen über konkrete Reduktionsmaßnahmen in den nicht vom Emissionsrechtehandel erfassten Wirtschaftsbereichen und die mit den jeweiligen Maßnahmen beabsichtigten Reduktionsmengen.⁷⁶⁷ Der sog. zweite *Nationale Allokationsplan (NAP II)* konkretisiert beispielhaft die sektoralen Zielvorgaben für die Klimapolitik innerhalb der zweiten Handelsperiode des *Europäischen Emissionshandelssystems* resp. der *Kyoto*-Verpflichtungsperiode zwischen den Jahren 2008 und 2012. Dies wird in *Abbildung 4i* illustriert.

Abbildung 4h: Aufteilung des gesamten Emissionsbudgets für 2008-2012 in t CO_{2eq}



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an *BMU (2006)*: S. 19.

Die sektorale Ausgestaltung des *Europäischen Emissionshandelssystems* wurde auf politischer Ebene mit der Absicht begründet, eine bestimmte Verteilung der klimapolitisch induzier-

⁷⁶⁶ Vgl. *Emissionshandelsrichtlinie (2003)*: S. 35.

⁷⁶⁷ Vgl. *BMU (2004)*: S. 5 ff.

ten Anpassungslasten erreichen zu wollen.⁷⁶⁸ Vornehmlich dort sollten Vermeidungsanstrengungen vorgenommen werden, wo mit besonders geringen Kosten zu rechnen ist. Zudem wollte man zunächst bei Einführung nur eine relativ kleine, klar abgegrenzte Gruppe regulieren, um Erfahrungen mit einer überschaubaren Menge von Marktakteuren sammeln zu können.⁷⁶⁹ Von Beginn an war aber der in der dritten Phase anstehende Einbezug weiterer Sektoren und Treibhausgase vorgesehen.⁷⁷⁰

Mit diesem Vorgehen haben sich die politischen Entscheidungsträger in *Europa* dazu entschieden, verschiedene Sektoren wirtschaftlicher Aktivität klimapolitisch getrennt voneinander zu regulieren. Dabei unterscheiden sich nicht nur die eingesetzten Instrumente nach Sektoren, sondern auch die anvisierten Reduktionsziele in Bezug auf die Treibhausgasemissionen. Zudem variieren auch die Grenzvermeidungskosten nach Sektoren.⁷⁷¹ Der sektorspezifische Instrumenteneinsatz bedeutet daher nicht nur, dass den regulierten Wirtschaftssubjekten sektoral unterschiedliche klimapolitische Belastungen auferlegt werden, sondern auch, dass Potenziale zur Verbesserung der Kosteneffizienz des Mitteleinsatzes nicht vollständig ausgeschöpft werden. Einfach erkennbar sind diese Ineffizienzen derzeit nicht, schließlich finden preisbildende Regulierungsansätze nicht in allen Wirtschaftssektoren Anwendung. Kämen hingegen in den verschiedenen Sektoren nicht ungleiche Instrumente, sondern jeweils separate Cap and Trade-Systeme zum Einsatz, würden sektoral unterschiedlich hohe Preise für CO₂-Emissionszertifikate offenbaren, dass die ökonomische Effizienz auf gesamtgesellschaftlicher Ebene nicht erreicht wäre.⁷⁷² Mit separaten sektoralen Emissionshandelssystemen ließen sich – im Gegensatz zur heutigen hauptsächlich auflagenbasierten Regulierung – die sektoralen Emissionsminderungsziele im Sinne einer sektorbezogenen Minimalkostenkombination effizient erreichen. Allerdings bliebe die Eigenschaft eines alle Sektoren umfassenden Marktes ungenutzt, die nur dezentral vorliegenden Informationen zu Vermeidungsoptionen aufzudecken und in Form eines einzigen Preissignals für alle gehandelten Emissionszertifikate zusammenzuführen.⁷⁷³ Nur mit der Errichtung eines national oder europaweit einheitlichen Emissionshandelssystems über alle mög-

⁷⁶⁸ Siehe hierzu *SRU (2002)*: S. 234.

⁷⁶⁹ Vgl. *SRU (2002)*: S. 234.

⁷⁷⁰ Seit Beginn der zweiten Handelsperiode ist eine solche Ausweitung möglich. Vgl. *EU-Emissionshandelsrichtlinie (2003)*: Art. 24.

⁷⁷¹ Es ist bekannt, dass in verschiedenen Sektoren zum Teil sehr unterschiedliche Optionen zur Vermeidung von Treibhausgasen genutzt werden können. Auf Basis empirischer Untersuchungen werden Vermeidungskostenkurven abgeleitet, die sich von Sektor zu Sektor zum Teil deutlich voneinander unterscheiden. Für solche Untersuchungen siehe beispielhaft *Vattenfall (2007)* und *McKinsey & Company (2007a)*.

⁷⁷² Vgl. *SRU (2002)*: S. 235. Ökonomische Effizienz wäre erreichbar, wenn der staatliche Entscheidungsträger über die Grenzvermeidungskosten in den verschiedenen Sektoren informiert wäre, und er auf dieser Basis die sektoralen Reduktionsbudgets so wählte, dass sich auf jedem einzelnen Zertifikatemarkt dasselbe Preissignal einstellen könnte. Eine solche sektorale Aufteilung der gesamten Emissionsmengenbegrenzung wäre dann optimal im Sinne der Erreichung von Kosteneffizienz.

⁷⁷³ Vgl. *SRU (2002)*: S. 235.

lichen Treibhausgasquellen hinweg, würde sich ein solches Preissignal einstellen können, und nur dann kämen ausschließlich die gesellschaftsweit bzw. europaweit kostengünstigsten Vermeidungsmaßnahmen zur Ausführung.⁷⁷⁴

Da die Kosten sektoral ausgerichteter Emissionshandelssysteme über denjenigen eines einheitlichen Systems liegen, bedarf die sektorspezifische Regulierung aus ökonomischer Sicht einer besonderen Begründung:⁷⁷⁵ Unter bestimmten Bedingungen ist es möglich, mithilfe einer sektorspezifisch ausgestalteten Regulierung die ökologische Effizienz des Instrumenteneinsatzes zu steigern.

Damit sich dieser mögliche Vorteil einer höheren ökologischen Effizienz der sektorspezifischen gegenüber einer sektorunspezifischen Regulierung einstellen kann, muss erstens die Bedingung gelten, dass der nationale klimapolitische Instrumenteneinsatz überhaupt wirksam werden kann. Wie bereits im Rahmen der Behandlung des Kriteriums der ökologischen Effizienz von klimapolitischen Instrumenten angesprochen, ist es hierfür erforderlich, dass auf internationaler Ebene ein wirksames Klimaschutzabkommen existiert, auf dessen Basis die Bereitstellung des Threshold-Gutes Klimaschutz gelingt.⁷⁷⁶ Solange die Bereitstellungsschwelle des Gutes Klimaschutz auf internationaler Ebene nicht erreicht wird, weil insgesamt zu wenige Klimaschutzbeiträge erbracht werden, stehen alle klimapolitischen Maßnahmen und damit alle eingesetzten Instrumente unter dem Vorbehalt ihrer Klimawirksamkeit, und zwar unabhängig davon, ob sie sektorspezifisch ausgestaltet sind oder nicht.

Zweitens ist die Bedingung erforderlich, dass jeder Klimaschutzbeitrag eines jeden Mitglieds der weiter oben skizzierten multilateralen Koalition von Staaten, die gemeinsam Klimaschutz betreiben, notwendig ist, um die Signifikanzschwelle der erbrachten Beiträge zu überschreiten. Diese Bedingung macht es erforderlich, mögliche Carbon Leakage-Effekte einzudämmen. Denn käme es infolge der klimapolitischen Regulierung in einem der Mitgliedsstaaten des Abkommens lediglich zu Emissionsverlagerungen und nicht zu tatsächlichen Emissionsreduktionen, wären der klimapolitische Instrumenteneinsatz ökologisch wirkungslos und die internationale Vereinbarung der multilateralen Koalition zum Klimaschutz obsolet.

Herrscht zudem drittens unvollkommene Information, stellt die sektorspezifische Regulierung eine umsetzbare und wirkungsvolle Maßnahme zur Eindämmung von nachfrageseitigem Carbon Leakage dar. Denn sie ermöglicht eine gezielte Aufteilung des gesamtgesellschaftlichen,

⁷⁷⁴ Denn je mehr unterschiedliche Wirtschaftssubjekte aus verschiedenen Branchen und Regionen zu einem Handel mit Emissionsberechtigungen verpflichtet werden, desto größer ist die Vielfalt der nutzbaren Optionen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen. Da mit der Anzahl der Optionen auch die Möglichkeit der Realisierung besonders günstiger Vermeidungsoptionen steigt, kann das Klimaziel umso eher kosteneffizient erreicht werden, je heterogener die Gruppe der regulierten Wirtschaftssubjekte in Bezug auf ihre Emissionsaktivitäten ist.

⁷⁷⁵ Für die Feststellung der geringeren Effizienz eines sektoral begrenzten Handelssystems unter der Bedingung unvollständig vorliegender Informationen siehe *SRU (2008)*: S. 168.

⁷⁷⁶ Vgl. Kap. 4.2.1.1.

quantitativen Reduktionsmengenziels für Treibhausgasemissionen auf verschiedene Gruppen von Emittenten.⁷⁷⁷ Auf diese Weise können sektorspezifische Besonderheiten und Handlungsrestriktionen, die der ökologischen Zielerreichung abträglich wären, berücksichtigt werden.⁷⁷⁸ Als wichtige Nebenbedingung des Einsatzes umweltpolitischer Instrumente gilt bspw. der Erhalt der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der regulierten Unternehmen.⁷⁷⁹ Mit einer sektoralen Differenzierung der Regulierungsbelastung lassen sich mögliche Abwanderungsanreize von Unternehmen abschwächen, die andernfalls aufgrund herrschenden, hohen internationalen Wettbewerbsdrucks zu einer Verlagerung von Produktionsaktivitäten geführt hätten.⁷⁸⁰ Zugleich werden die damit einhergehenden Carbon Leakage-Effekte vermieden. Das Ausmaß von Carbon Leakage ließe sich also eindämmen, wenn die CO₂-Emissionen international mobiler Emittenten weniger intensiv reguliert würden als die Emissionen international immobiler Wirtschaftssubjekte.⁷⁸¹

Neben der höheren ökologischen Effizienz kann sich die sektoral gesteuerte Verteilung von Regulierungslasten unter bestimmten Bedingungen auch als ökonomisch vorteilhaft gegenüber einer sektoral undifferenzierten Regulierung erweisen. Nämlich dann, wenn die regulierungsbedingten ökonomischen Ineffizienzen der Sektoralisierung des Mitteleinsatzes vom monetären Gegenwartswert des Nutzens aus der Vermeidung von Carbon-Leakage überkompensiert werden.⁷⁸² Eine quantitativ fundierte ökonomische Analyse zur Bestimmung einer solchen Vorteilhaftigkeit der Sektoralisierung des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes erfordert Informationen zur Höhe der volkswirtschaftlichen Kosten von Carbon Leakage, zur Höhe der Transaktionskosten eines sektoral undifferenzierten und zur Höhe der Transaktionskosten eines sektoral differenzierten Instrumenteneinsatzes.⁷⁸³ Solange diese Informationen nicht vorliegen, ist es nicht möglich, die verschiedenen Ansätze vergleichend darzustellen und quantitativ

⁷⁷⁷ Vgl. hierzu bspw. *Hoel, M. (1996): S. 29 f.* oder *Withagen, C. A./Florax, R. J./Mulatu, A. (2007): S. 144 f.*

⁷⁷⁸ Hohe internationale Wettbewerbsintensitäten können Unternehmen dazu veranlassen, inländische Produktionsstandorte zu verlassen, wenn dort regulierungsbedingt die Durchführung kostenträchtiger klimapolitischer Maßnahmen erforderlich ist, die im Ausland nicht verlangt wird. Vgl. *Heister, J. et al. (1991): S. 151.*

⁷⁷⁹ Vgl. *Cansier, D. (1998): S. 99.*

⁷⁸⁰ Vgl. *Cansier, D. (1998): S. 109.* Dabei hängt die Wettbewerbsintensität in Inlandsbranchen davon ab, inwiefern im Ausland erbrachte Dienstleistungen und Produkte als Substitute für im Inland produzierte Güter und Dienstleistungen gelten. Vgl. auch Kap. 3.3.4, in dem die Ursachen für Carbon Leakage aufgezeigt werden.

⁷⁸¹ Die internationalen Wettbewerbsintensitäten objektiv zu bestimmen, stellt dabei eine der größten Herausforderungen für die sektorspezifische Regulierung dar. Gleichwohl gibt es, wie im Folgenden gezeigt wird, Bereiche wirtschaftlicher Aktivität, in denen die Feststellung einer relativ hohen internationalen Immobilität der potenziellen Regulierungsobjekte ohne umfangreiche Studien möglich ist. Zudem liegt dort, wie ebenfalls gezeigt wird, zugleich erhebliches Potenzial an kostengünstigen Maßnahmen zur Reduzierung und Vermeidung von Treibhausgasemissionen.

⁷⁸² Vgl. hierzu Kap. 5.2.2.3.

⁷⁸³ Die Transaktionskosten zu bestimmen und deren Auswirkungen auf die Effizienz von Märkten für Emissionshandelsberechtigungen zu untersuchen, stellen bedeutende Themen zukünftiger umweltökonomischer Arbeiten dar. Vgl. *Convery, F. J. (2009): S. 133.*

zu bestimmen, welcher der Ansätze ökonomisch vorteilhaft ist. Dazu wären umfassende Forschungsbemühungen notwendig, die über das, was im Rahmen dieser Arbeit geleistet werden kann, hinausgehen. Weil entsprechende Daten, insbesondere zum möglichen Umfang von Carbon Leakage, davon abhängen, welche Staaten tatsächlich zur skizzierten Koalition zum Schutz des Klimas zählen, bliebe darüber hinaus abzuwarten, bis ein entsprechendes Abkommen vereinbart worden ist. Denn Länderspezifika, wie deren Größe, deren Lage auf dem Globus, deren wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, die Klimaschutzpräferenzen von deren Bevölkerungen u. V. m., haben Einfluss auf die Höhe des möglichen Schadens, der sich aufgrund ausgelöster Leakage-Effekte ergeben kann. Diese Parameter bestimmen auch den empfundenen Nutzenverlust, sollte es aufgrund von Carbon Leakage nicht zur gewünschten Erreichung des Klimaziels kommen. Der Nutzen der Sektoralisierung der Klimapolitik wäre aus theoretischer Sicht maximal, wenn damit Carbon Leakage-Effekte verhindert werden könnten, die andernfalls dazu führten, dass die Bereitstellungsschwelle des Threshold-Gutes Klimaschutz unterschritten würde.

Während der Nutzen der Sektoralisierung somit zunächst quantitativ unbestimmt bleibt, können unter bestimmten Bedingungen die Kosten des sektoralisierten Instrumenteneinsatzes geschätzt werden. Diese Kosten lassen sich den ebenfalls zu schätzenden Kosten eines sektoral nicht differenzierten Instrumenteneinsatzes gegenüberstellen. Auf diese Weise kann überschlägig dargestellt werden, welchen Nutzen die Verhinderung von Carbon Leakage-Effekten mindestens erbringen muss, damit der sektorale Instrumenteneinsatz in der Klimapolitik ökonomisch gerechtfertigt werden kann.

Für die folgenden Überlegungen wird angenommen, dass die ökonomische Vorteilhaftigkeit der sektoralisierten Klimapolitik gegenüber einer sektoral undifferenzierten Klimapolitik tatsächlich vorliegt; dass also damit erstens Carbon Leakage verhindert wird, und dass zweitens die Mehrkosten der Sektoralisierung von dem davon ausgelösten Nutzen überkompensiert werden. Unter dieser Prämisse kann untersucht werden, wie der sektorale klimapolitische Instrumenteneinsatz in *Deutschland* weiterentwickelt werden könnte, sodass sich damit das nationale Emissionsmengenziel sicher erreichen, Carbon Leakage eindämmen, sowie ökonomische und dynamische Effizienz steigern lassen. Ein Politikvorschlag, dessen Umsetzung zu entsprechenden Effizienzsteigerungen führen würde, wird im fünften Kapitel der Arbeit präsentiert. Bevor es aber zur Darstellung des konkreten Regulierungsvorschlages und dessen Transaktionskosten kommt, wird dieser zunächst thematisch in die aktuelle wissenschaftliche Diskussion um die Ausweitung des *Europäischen Emissionshandelssystems* eingeordnet.

4.3.3 Ausweitungsoptionen der sektorspezifischen Cap and Trade-Regulierung

Mit einer Ausweitung der Regulierung von Treibhausgasemissionen über Emissionshandelssysteme auf weitere wirtschaftliche Sektoren könnte es gelingen, die Effizienz des derzeitigen In-

strumenteneinsatzes in der Klimapolitik zu steigern.⁷⁸⁴ Entsprechende politische Entscheidungen wurden z. T. bereits getroffen. Seit dem 1. Januar 2012 ist der zivile Luftverkehr in das EU-Handelssystem einbezogen. Regulierungspflichtig sind seitdem die Treibhausgasemissionen, die bei Flügen entstehen, deren Start- oder Landeflughafen innerhalb der EU liegt.⁷⁸⁵ Seit Anfang des Jahres 2013 fallen weitere Branchen in der Chemie- und Metallerzeugungsindustrie (u.a. die Aluminiumindustrie) unter das *Europäische Emissionshandelssystem*. Zukünftig sollen außerdem weitere Treibhausgase wie Distickstoffmonoxid (N₂O) und perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) vom Handelssystem erfasst werden.⁷⁸⁶ Für einen späteren, bislang noch unbestimmten Zeitpunkt, ist auch die Eingliederung des Schiffsverkehrs in das Handelssystem vorgesehen.⁷⁸⁷

Neben diesen konkreten politischen Bestrebungen gibt es eine Vielzahl an ökonomischen Gutachten, Analysen und Studien, in denen die Möglichkeiten einer sektoralen Ausweitung der Emissionshandelsregulierung untersucht werden. Diskutiert werden darin insbesondere Ausweitungen auf den Verkehrsbereich. Verschiedene Möglichkeiten des Einbezugs des Luftverkehrs in das *Europäische Emissionshandelssystem* untersuchen bspw. *Schleifer, Cames/Deuber* oder *Wit et al.*⁷⁸⁸ In den Gutachten von *Bäuerle* und *CE Delft et al.* werden Optionen für die Erweiterungen des EU-Emissionshandelssystems auf den Schiffsverkehr diskutiert.⁷⁸⁹ Mögliche Ausgestaltungsoptionen eines Emissionshandelssystems zur Regulierung der Treibhausgasemissionen des PKW-Verkehrs untersuchen *Hartwig/Luttmann/Badura* oder *Pädam/Johansson*.⁷⁹⁰ Möglichkeiten zur Regulierung der Emissionen des gesamten Verkehrssektors mithilfe eines Cap and Trade-Emissionshandelssystems analysieren *Erwingmann et al.* und *Lambrecht et al.* in umfangreichen Studien.⁷⁹¹ *Hohenstein et al.* untersuchen, wie ein Handelssys-

⁷⁸⁴ Als alternative Möglichkeiten der sektorspezifischen Ausgestaltung des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes werden Subventionen für heimische Produzenten oder die Auferlegung von Abgaben auf den Import von Gütern diskutiert. Vgl. beispielhaft *Zhang, Z./Nentjes, A. (1997)* oder *Metcalf, G. E. (2009b)*. Während Subventionen, wie derzeit im Rahmen des *Europäischen Emissionshandelssystems* zu beobachten, auch zukünftig voraussichtlich zu einer Fortführung der Auflagenpolitik unter dem Deckmantel des mengenpolitischen Instrumenteneinsatzes führen würden, stünde die Regierung vor einem unauflösbaren Informationsproblem, wenn sie Steuern auf den Kohlendioxidgehalt importierter Güter erheben würde. Weil eine solche Steuer auf die im Ausland erfolgten prozessbedingten Kohlendioxidemissionen abstellen müsste, ist ihre Erhebung mit nicht lösbaren Realisierungsproblemen verbunden. Denn die zur Bestimmung der Bemessungsgrundlage erforderlichen Informationen lägen den entsprechend zuständigen inländischen Behörden weder vor, noch könnten sie die entsprechenden ausländischen Unternehmen wirksam zur Erhebung und Abgabe glaubwürdiger Informationen verleiten.

⁷⁸⁵ Vgl. *EU-Luftverkehrsrichtlinie (2008)*. Für eine Beurteilung der Einbeziehung des Luftverkehrs in das EU-Emissionshandelssystem siehe *SRU (2008)*: S. 163 f.

⁷⁸⁶ Vgl. *Monopolkommission (2011)*: S. 189.

⁷⁸⁷ Vgl. *Bäuerle, T. (2010)*: S. 1. Grundlage der Planungen stellt ein von der *EU-Kommission* in Auftrag gegebenes Gutachten von *CE Delft et al. (2006)* dar.

⁷⁸⁸ Vgl. *Schleifer M. (2008)*, *Cames, M./Deuber, O. (2004)* sowie *Wit, R. et al. (2005)*.

⁷⁸⁹ Vgl. *Bäuerle, T. (2010)* und *CE Delft et al. (2006)*.

⁷⁹⁰ Vgl. *Hartwig, K.-H./Luttmann, J./Badura, S. (2008)* sowie *Pädam, S./Johansson, J. (2006)*.

⁷⁹¹ Vgl. *Erwingmann, D. et al. (2005)* und *Lambrecht, U. et al. (2003)*.

tem für Kohlendioxidemissionen im Verkehrsbereich ausgestaltet sein müsste, damit es neben dem bestehenden *Europäischen Emissionshandelssystem* zum Einsatz kommen könnte.⁷⁹² Mit der Umsetzbarkeit eines Emissionshandelssystems, das auf die Verminderung der spezifischen CO₂-Emissionen des Individualverkehrs abzielt, befassen sich u. a. der *Sachverständigenrat für Umweltfragen* und, im Auftrag der *Europäischen Kommission*, das *Institute for European Environmental Policy (IEEP)*.⁷⁹³

In *Großbritannien* haben die Beiträge von *Fleming* sowie von *Hillman* zu einer intensiven Diskussion um die Umsetzbarkeit eines Emissionshandelssystems geführt, welches – mittels „CO₂-Kreditkarten“ – die Konsumaktivitäten privater Haushalte umfassen könnte.⁷⁹⁴ Ähnlich der Verwendung einer Kreditkarte würde man innerhalb der vorgeschlagenen Systeme bei jedem Konsumvorgang die erforderliche Menge an Emissionsberechtigungen von einem „CO₂-Kreditkartenkonto“, auf welchem sich die persönlichen Emissionsberechtigungen befänden, abbuchen lassen.⁷⁹⁵ Innerhalb solcher Systeme, die auch als „Personal Carbon Trading“-Systeme bezeichnet werden, könnten die Emissionsberechtigungen unter den einbezogenen Individuen frei gehandelt werden, sodass sich Marktpreise für die Berechtigungen einstellen können.⁷⁹⁶ Für die Anwendung einer solchen Emissionsrechtehandelsregulierung auf Ebene von Konsumenten bietet sich aber auch der Haushaltssektor allein an. Für *Kalifornien* diskutieren bspw. *Niemeier et al.* Ausgestaltungsmöglichkeiten eines Emissionshandelssystems, mit dem die Treibhausgasemissionen, die vom Haushaltssektor aufgrund von Strom- und Gasbezug zu verantworten sind, reduziert werden könnten.⁷⁹⁷

In einer Studie des britischen Umweltschutzministeriums wird solchen „Personal Carbon Trading“-Systemen potenziell eine große Bedeutung bei der Regulierung von Treibhausgasemissionen zugestanden, weil innerhalb eines solchen Systems die Anreize, Emissionen zu vermeiden, als sehr wirksam eingeschätzt werden.⁷⁹⁸ Als Ergebnis wird darin allerdings festgehalten, dass die bislang vorgeschlagenen Systemkonzeptionen aus Gründen voraussichtlich fehlender politischer Akzeptanz und zu hoher Transaktionskosten derzeit als nicht umsetzbar gelten dürf-

⁷⁹² Vgl. *Hohenstein, C. et al. (2002)*. Einen Überblick über weitere Umsetzungsvorschläge bieten *Kampman, B./Davidson, M. A./Faber, J. (2008)*.

⁷⁹³ Vgl. *SRU (2005)* und *IEEP (2005)*. Siehe hierzu auch die Beiträge von *Michaelis, P. (2006)*, *Michaelis, P. (2004)* sowie *Bertenrath, R./Heilmann, S./Glasmacher, G. (2007)*.

⁷⁹⁴ Vgl. *Fleming, D. (1997)* und *Hillman, M. (1998)* sowie *Hobbs, B. F./Bushnell, J./Wolak, F. A. (2010): S. 3632* und *Fawcett, T. (2010): S. 6868*.

⁷⁹⁵ Für eine ausführliche Beschreibung eines solchen Emissionshandelssystems, mit dem sämtliche Treibhausgasemissionen auf Ebene der Endverbraucher von Energie reguliert würden, siehe *Fleming, D. (2006)*. Für eine umfassende Analyse solcher, auf Ebene von Verbrauchern ansetzenden Emissionshandelssysteme siehe auch *Starkey, R./Anderson, K. (2005)*.

⁷⁹⁶ Vgl. *Fawcett, T. (2010): S. 6869*.

⁷⁹⁷ Vgl. *Niemeier, D. et al. (2008): S. 3436 ff.*

⁷⁹⁸ Vgl. *DEFRA (2008): S. 4*. Siehe hierzu auch *Fawcett, T. (2010): S. 6870*.

ten.⁷⁹⁹ Trotz der aktuell eher ablehnenden Haltung gegenüber den vorgeschlagenen Systemkonzeptionen befürwortet das britische Umweltschutzministerium aber ausdrücklich die Anfertigung alternativer umsetzbarer mengenpolitischer Ansätze.⁸⁰⁰ Ebenfalls vorläufig ablehnend gegenüber „Personal Carbon Trading“-Systemen ist auch die Haltung des *Environmental Audit Committee* des Unterhauses des britischen Parlaments. Bedenken werden insbesondere gegen die Umsetzbarkeit und die Kosten entsprechender Handelssysteme vorgebracht. Allerdings wird konstatiert, dass Emissionshandelssysteme auf der Ebene von Konsumenten grundsätzlich als geeignet zur Regulierung von Treibhausgasemissionen angesehen werden. Und es wird die Aufforderung formuliert, weitere Forschungsanstrengungen zu unternehmen und Vorschläge für umsetzbare Systemkonzeptionen zu unterbreiten.⁸⁰¹ Insofern kann der im Folgekapitel dargestellte Vorschlag für ein Emissionshandelssystem nicht nur als Beitrag verstanden werden, Lösungswege zur Bewältigung des Carbon Leakage-Problems aufzuzeigen und zur Verbesserung der Effizienz des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes gegenüber dem Status quo in *Deutschland* beizutragen. In gewissem Sinne lässt sich der Systemvorschlag im folgenden Kapitel auch als ein Beitrag verstehen, der die Aufforderung des englischen Parlaments aufgreift, umsetzbare Konzeptionen für sektorale Emissionshandelssysteme auf Ebene von Konsumenten zu entwickeln.

Bezogen auf *Deutschland* sind der Haushaltssektor sowie der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen für die Einführung eines Emissionshandelssystems besonders prädestiniert. Denn hier kommen, wie im Folgekapitel dargelegt wird, zum einen besonders ineffiziente Formen der klimapolitischen Auflagenregulierung zum Einsatz.⁸⁰² Zum anderen sind die Akteure dieser Sektoren in räumlicher Hinsicht relativ immobil. Aufgrund der hohen Opportunitätskosten, die mit einer Abwanderung einhergehen, ist nicht damit zu rechnen, dass die entsprechenden Akteure mit Abwanderung auf die klimapolitische Regulierung reagieren werden. Den Akteuren dieser Sektoren ist, wie im Folgenden gezeigt wird, gemein, dass die von ihnen genutzten Energiemengen und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen fast ausschließlich auf die Nutzung von Gebäuden zurückzuführen sind.⁸⁰³ Beide Sektoren gemeinsam werden daher in dieser Arbeit als „Gebäudesektor“ bezeichnet. Eine Möglichkeit, das Ausmaß von Carbon Leakage-Effekten zu mindern und damit die ökologische Effizienz des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes zu steigern, stellt daher die gezielte Auswahl dieser relativ immobilen Wirtschaftsakteure des Gebäudesektors als Adressatenkreis klimapolitisch bedingter Regulierungslasten dar.

⁷⁹⁹ Vgl. DEFRA (2008): S. 2.

⁸⁰⁰ Vgl. DEFRA (2008): S. 3 f.

⁸⁰¹ „Personal carbon trading could be essential in helping to reduce our national carbon footprint. Further work is needed before personal carbon trading can be a viable policy option and this must be started urgently, and in earnest.“, *Environmental Audit Committee (2008)*: S. 3.

⁸⁰² Für die Darstellung der vielfältigen Ineffizienzen des Auflageninstrumentariums vgl. Kap. 4.2.2.

⁸⁰³ Vgl. hierzu Kap. 5.1.1.

Die Immobilität der im Gebäudesektor agierenden Personen bietet die Chance, auch im Rahmen eines Klimaschutzabkommens, das nicht alle Länder umfasst, tatsächlich wirksame Klimaschutzbeiträge zu erbringen. Statt, wie derzeit praktiziert, die Immobilität der Akteure zum Anlass zu nehmen, besonders ineffiziente Instrumente einzusetzen, könnten bei Etablierung eines Cap and Trade-Systems stattdessen die Klimaziele in den entsprechenden Sektoren verhältnismäßig ambitioniert gesetzt werden.

Die Regulierung der Akteure, die dem Gebäude- und dem Verkehrssektor zugerechnet werden, mittels mengenpolitischer Instrumente wird in der Literatur allerdings üblicherweise abgelehnt. Gestützt wird die Ablehnung des Einbezugs der auch als „Kleinemittenten“ bezeichneten Akteure mit dem Verweis auf die damit einhergehenden Transaktionskosten, die, so die verschiedenen Autoren, prohibitiv hoch seien.⁸⁰⁴ Nur vereinzelt finden sich politische Aufforderungen zum Einbezug des Haushaltssektors in ein Emissionshandelssystem.⁸⁰⁵ Und nur in wenigen Veröffentlichungen wird die Ausweitung der Emissionshandelsregulierung auf die Sektoren Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen überhaupt diskutiert.⁸⁰⁶ Empirische Untersuchungen zur Höhe möglicher Transaktionskosten eines solchen Systems sind allerdings bislang nicht durchgeführt worden, so dass die vorgebrachte Vermutung, dass die Transaktionskosten prohibitiv hoch seien, empirisch nicht gestützt werden kann. Dem Verfasser der vorliegenden Arbeit ist zudem keine ökonomische Studie bekannt, die sich systematisch mit der Umsetzbarkeit eines Emissionshandelssystems im Gebäudesektor in *Deutschland* auseinandersetzt. Es existiert kein Systemvorschlag, der als Basis für eine quantitative Kostenabschätzung oder eine Beurteilung der Höhe möglicher Transaktionskosten dienen könnte. Schließlich gibt es auch keine Untersuchungen, welche die ökologische Zielwirksamkeit und die Transaktionskosten der bisherigen klimapolitischen Auflagenregulierung im Gebäudesektor umfassend bestimmt hätten. Ein Vergleich der relativen Transaktionskosten verschiedener Regulierungsinstrumente, die im Gebäudesektor eingesetzt werden könnten, ist auf Basis dieses unvollständigen Informationsstandes gar nicht möglich. Selbstverständlich spielen die anfallenden Transaktionskosten eine bedeutende Rolle, wenn Millionen von Emittenten und Emissionsanlagen mithilfe eines Emis-

⁸⁰⁴ So lautet der herrschende Tenor in der umweltökonomischen Literatur wie folgt: „Es ist unrealistisch, in Haushalten, bei Kleinverbrauchern und im Verkehrsbereich die erforderliche Kontrolle über die Menge an verbrauchten Brenn- und Kraftstoffen ausüben zu wollen bzw. von den Betroffenen hinreichend überprüfbare Verbrauchserklärungen sowie den Erwerb entsprechender Zertifikate zu verlangen“, Heister, J. et al. (1991): S. 60. Siehe hierzu auch Brockmann, K. et al. (2000): S. 5, Reh binder, E./Schmalholz, M. (2002): S. 2, SRU (2008): S. 162, Metcalf, G. E. (2009b): S. 16 oder Erwingmann, D. et al. (2005): S. 44. Auch die EU-Kommission hat sich diese Position zu Eigen gemacht, indem sie im Vorfeld der Einrichtung des Handelssystems für Treibhausgasemissionen den Einbezug des Haushaltssektors mit Verweis auf die Höhe möglicher Transaktionskosten ablehnte. Vgl. SRU (2002): S. 234. Vgl. hierzu auch die Publikationen von Woerdmann, E. (2000), Boom, J.T./Nentjes, A. (2003) sowie Bader, P. (2000). Siehe hierzu auch Hobbs, B.F./Bushnell, J./Wolak, F.A. (2010): S. 3632 und DEFRA (2008): S. 2.

⁸⁰⁵ Vgl. UBA (2011b): S. 81.

⁸⁰⁶ Vgl. Reh binder, E./Schmalholz, M. (2002): S. 2 und Brockmann, K. et al. (2000): S. 4. Vgl. hierzu auch die Publikationen von Messari-Becker, L. (2006), Fleming, D. (1997, 2006) oder Niemeier, D. et al. (2008).

onshandelssysteme reguliert werden würden.⁸⁰⁷ Deren Anzahl spielt aber eine mindestens ebenso große Rolle für die Transaktionskosten einer Auflagenregulierung. Dass ein Emissionshandelssystem praktikabel wäre und tatsächlich positive Anreizwirkungen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen entfalten würde, konnte in zwei experimentellen Modellprojekten mit ausgewählten Haushalten im niedersächsischen *Emsland* und in *Hessen* allerdings bereits beobachtet werden.⁸⁰⁸

Es lässt sich feststellen, dass erstens in der ökonomischen Literatur nicht umfassend über die Anwendungsmöglichkeiten, die der mengenpolitische Ansatz bietet, informiert wird, weil der Einbezug von bestimmten Massenmärkten wie dem des Gebäudesektors fehlt. Zweitens liegen Informationen über die derzeitigen Transaktionskosten des Einsatzes klimapolitischer Instrumente im Gebäudesektor nicht vor. Wird im Gebäudesektor der Einsatz mengenpolitischer Instrumente von politischer Seite trotzdem mit dem Verweis auf Transaktionskostenüberlegungen abgelehnt, offenbart dies, dass sich der politische Prozess, in dem über die Anwendung der Instrumente entschieden wird, ohne valide Informationsgrundlage vollzieht. Dies beinhaltet die Gefahr eines fehlerhaften, ineffizienten Mitteleinsatzes. Dieses Informationsdefizit zu beheben ist Anlass für die folgenden Überlegungen. Wie ein institutionell beherrschbarer sog. Downstream-Ansatz im Gebäudesektor ausgestaltet sein könnte wird im weiteren Verlauf der Arbeit dargestellt.⁸⁰⁹

⁸⁰⁷ Daher wird auch in den oben erwähnten, ökonomischen Vorschlägen zur Ausweitung des EU-Emissionshandelssystems auf andere „Massenmärkte“, zu denen der Verkehrssektor zählt, ein besonderes Augenmerk auf die Höhe der möglichen Transaktionskosten gelegt. Immerhin wäre in *Deutschland* der Betrieb von rund 80 Mio. PKW auch zu überwachen, sobald die Emissionen des Individualverkehrs in ein Emissionshandelssystem einbezogen würden. Für einen Vorschlag zur Ausweitung des EU-Emissionshandelssystems auf den Verkehrssektor siehe *Lambrecht, U. et al. (2003)*.

⁸⁰⁸ Vgl. hierzu *Clausnitzer, K.-D. (2011)* und *Landesinnungsverband Schornsteinfegerhandwerk Hessen (2008)*. So nahmen im niederländischen *Emsland* rund 100 Haushalte an einem Modellversuch teil, in dessen Rahmen den Teilnehmern für jede jährlich eingesparte Tonne CO₂ ein sog. Reduktionszertifikat ausgestellt wurde. Der Gegenwert eines Zertifikats war auf 20,- Euro festgelegt. Ziel des Versuchs war es, festzustellen, ob private Eigentümer von Gebäuden mithilfe eines Emissionshandelssystems dazu motiviert werden können, CO₂-Emissionen zu reduzieren. Vgl. *Clausnitzer, K.-D. (2011)*: S. 9. Da in rund drei Vierteln der teilnehmenden Haushalte Maßnahmen zur Vermeidung von CO₂-Emissionen umgesetzt worden sind und es zu entsprechenden Reduktionen des CO₂-Ausstoßes kam, konnte das Pilotprojekt erfolgreich abgeschlossen werden. Vgl. *Clausnitzer, K.-D. (2011)*: S. 10.

⁸⁰⁹ Als Institutionell beherrschbar gilt ein Emissionshandelssystem, wenn die dafür notwendige Verwaltung und Organisation sowie die Kontrolle und die Sanktionierung der handelnden Personen mit relativ geringen volkswirtschaftlichen Kosten möglich sind. Vgl. *Lambrecht, U. et al. (2003)*: S. 108.

„Economists must be ready to get their hands dirty“

Maureen Cropper und Wallace Oates⁸¹⁰

5 Ein Cap and Trade-System für den Gebäudesektor

Gegenstand dieses Kapitels ist ein Entwurf für ein Emissionshandelssystem nach dem Cap and Trade-Ansatz, mit dem die Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors reguliert werden können. Der vorgestellte Entwurf baut auf der tatsächlichen, sektoral differenziert betriebenen Klimaschutzpolitik in *Deutschland* auf und setzt an der in den *Nationalen Allokationsplänen* vorgenommenen Trennung volkswirtschaftlicher Sektoren an. Das Kapitel gliedert sich wie folgt: Nach der Abgrenzung des Gebäudesektors von anderen Wirtschaftssektoren werden das vorhandene Potenzial zur Einsparung von Treibhausgasemissionen und die eingesetzten umweltpolitischen Instrumente, die bislang eine Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen bewirken sollen, betrachtet. Danach wird diskutiert, welche grundlegenden Rahmenbedingungen vorliegen müssen, damit ein Emissionshandelssystem als funktionsfähig bezeichnet werden kann. Anschließend wird der Entwurf für ein Emissionshandelssystem im Gebäudesektor vorgestellt, und es wird eine Abschätzung der Transaktionskosten des Entwurfs vorgenommen.

5.1 Der Gebäudesektor

Der hier betrachtete Gebäudesektor umfasst sämtliche Wohngebäude des Haushaltssektors sowie die Büro- und Geschäftsimmobilien des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen. Dabei fallen unter den Haushaltssektor in der *Bundesrepublik Deutschland* etwa 39 Mio. Wohneinheiten in rund 18,6 Mio. Wohnimmobilien sowie rund 782.000 Wohneinheiten in Geschäftsimmobilien.⁸¹¹ Zum Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen zählen Gebäude der öffentlichen Verwaltung und Dienstleistungsbereitstellung, Gebäude privater und öffentlicher Bildungseinrichtungen, Büro-, Verkaufs- und Verwaltungsgebäude von Handels- und Dienstleistungsunternehmen sowie die Bürogebäude des unter den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen fallenden verarbeitenden Gewerbes. Ausgenommen sind die Gebäude des verarbeitenden Gewerbes in gewerblich oder industriell genutzten Werks- und Produktionshallen. Diese sind dem Industriesektor zugeordnet.⁸¹²

⁸¹⁰ Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 731.

⁸¹¹ Den wärme- und anlagentechnischen Zustand des gesamten Gebäudebestands in *Deutschland* beschreiben Diefenbach, N. et al. (2010).

⁸¹² Die Abgrenzung folgt den Regelungen zur Aufstellung des *Nationalen Allokationsplanes* für *Deutschland*, in dem, getrennt nach Sektoren, Ziele für die Reduktion von Treibhausgasemissionen formuliert werden, vgl. *BMU* (2006): S. 20. Vgl. für einen ähnlichen Ansatz *McKinsey & Company* (2007b): S. 3.

5.1.1 Abgrenzung, Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch

In der *Bundesrepublik Deutschland* wird eine Vielzahl energiestatistischer Daten veröffentlicht, die sich zur Abgrenzung des Gebäudesektors von anderen Wirtschaftssektoren nutzen lassen. Als standardisierte Bezugsgrößen werden in dieser Arbeit die von der *Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB)* zur Verfügung gestellten Informationen genutzt. Die Publikationen der Arbeitsgemeinschaft geben Auskunft über die energiebezogenen Verflechtungen innerhalb der *Bundesrepublik Deutschland*. Sie enthalten Informationen über den Energieverbrauch, die Energieerzeugung und die eingesetzten Energieträger. Sie bilden zudem die Datenbasis, die für die Ermittlung der offiziellen, energiebedingten CO₂-Emissionen in *Deutschland* herangezogen werden.⁸¹³ Die Daten werden dabei sowohl auf einer gesamtwirtschaftlich aggregierten Ebene ausgewiesen, als auch nach Wirtschaftssektoren getrennt. Unterschieden werden dabei vier Verbrauchssektoren, nämlich der Industriesektor, der Verkehrssektor, der Haushaltssektor und der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD).⁸¹⁴

Der Industriesektor wird gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige durch das *Statistische Bundesamt* abgegrenzt; diese Klassifikation bietet eine abgeschlossene Positivliste der dem Industriesektor zugerechneten Branchen.⁸¹⁵ Im Verkehrssektor wird derjenige Energieverbrauch erfasst, der unmittelbar für die Erzeugung von Transportleistungen notwendig ist. Hierzu zählen der Schienen-, der Straßen- und der Luftverkehr sowie die Küsten- und Binnenschifffahrt. Mittelbare Energieverbräuche, etwa zur Aufrechterhaltung der Verkehrsinfrastruktur, worunter bspw. der Betrieb von Ampelanlagen fällt, werden hier nicht berücksichtigt. Im Haushaltssektor werden die Energieverbrauchsmengen in privat genutzten Wohngebäuden erfasst. Hier wird Energie insbesondere zur Erzeugung von Wärme und zum Betrieb elektrischer Geräte benötigt. Ein großer Teil der Energiemengen, insbesondere zur Wärmeerzeugung, wird innerhalb des Sektors selbst produziert. Elektrische Energie hingegen wird zumeist vom Energiesektor bezogen. Der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ist eine sehr heterogene Zusammensetzung aller nicht den zuvor genannten drei Sektoren zugerechneten Wirtschaftszweige. Hierunter fallen insbesondere solche wirtschaftlichen Tätigkeiten, welche von den Unternehmen des tertiären Sektors vorgenommen werden. Zu diesen Unternehmen zählen Handelsunternehmen, private Dienstleistungsunternehmen, Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung und die öffentliche Dienstleistungsbereitstellung sowie sämtliche Gewerbebetriebe, die nicht dem In-

⁸¹³ Vgl. *AGEB (2010)*: S. 1.

⁸¹⁴ Vgl. für die folgende Auflistung *AGEB (2010)*: S. 6 und S. 7.

⁸¹⁵ Vgl. *Statistisches Bundesamt (2008)*. Darunter fallen die Branchen Ernährung und Tabak, die Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden, der sonstige Bergbau, das Papiergewerbe, die Grundstoffchemie, die sonstige chemische Industrie, die Erzeugung von Gummi- und Kunststoffwaren, die Produktion von Glas und Keramik, die Erzeugung von Metallen und Nichteisen-Metallen, Gießereien, die Metallbearbeitung, der Maschinenbau, der Fahrzeugbau und sonstige aufgelistete Wirtschaftszweige.

dustriesektor zugeordnet werden. Auch innerhalb dieses Sektors wird ein großer Teil der benötigten nicht elektrischen Energiemengen selbst produziert. Der gesamte Endenergieverbrauch in der *Bundesrepublik Deutschland* und eine Aufteilung nach den zuvor beschriebenen Sektoren wird anhand ausgewählter Jahre für den Zeitraum zwischen 1990 und 2012 in *Tabelle 5a* dargestellt.⁸¹⁶

Tabelle 5a: Entwicklung des gesamten und nach Wirtschaftssektoren untergliederten Endenergieverbrauchs in der *Bundesrepublik Deutschland* in Petajoule (Pj).

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012
Endenergieverbrauch	9.472	9.322	9.235	9.242	9.310	8.881	8.998
Industrie ¹⁾	2.977	2.474	2.421	2.610	2.592	2.634	2.599
Verkehr	2.379	2.614	2.751	2.589	2.559	2.568	2.571
Haushalte	2.367	2.655	2.584	2.591	2.676	2.333	2.431
Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)	1.749	1.579	1.478	1.452	1.483	1.346	1.397

¹⁾ übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe

Quelle: *AGEB (2013a)*: S. 2.

Im Betrachtungszeitraum ist der Energieverbrauch von rund 9.472 Petajoule (Pj) im Jahr 1990 um rund 5 % auf etwa 8.998 Pj im Jahr 2012 gesunken, wobei sich die Verbräuche in den einzelnen Endverbrauchssektoren sehr unterschiedlich entwickelt haben. So ist der Energieverbrauch im Industriesektor im Betrachtungszeitraum um 12,7 % und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen um 20,1 % gesunken. Im Verkehrssektor kam es hingegen zu einem Anstieg des Energieverbrauchs um 8 % und im Haushaltssektor zu einem Anstieg in Höhe von 2,7 %. Infolge der sektoral unterschiedlichen wirtschaftlichen Entwicklungen haben sich die Anteile der Sektoren am gesamten Endenergieverbrauch im Laufe der Zeit leicht verschoben. Bis auf den Verkehrssektor sind sektorübergreifende Effizienzsteigerungen auf die Erneuerungen des Kraftwerksparks innerhalb des Energieerzeugungssektors zurückzuführen. Hier macht sich insbesondere der in den 1990er Jahren vorgenommene Rückbau der ineffizienten Altanlagen auf dem Gebiet der neuen Bundesländer bemerkbar. Dieser Umbruch in der Wirtschaftsstruktur ist auch im Industriesektor und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen für einen Großteil der Entwicklung verantwortlich.⁸¹⁷ Ursachen für die Erhöhung des Energieverbrauchs im Verkehrssektor seit 1990 sind ein starker Anstieg des Straßengüterverkehrsaufkommens von allein über 130 % bis zum Jahr 2004 und eine Zunahme des motorisierten Individualverkehrsaufkommens

⁸¹⁶ Bestimmt werden die energiebedingten Treibhausgasemissionen vom sog. Primärenergieverbrauch; dieser umfasst sämtliche Energiemengen, die zur Erzeugung der nutzbaren Endenergie benötigt werden. Der Primärenergieverbrauch lag im Jahr 2012 bei rund 13.757 Petajoule. Der direkte Verbrauch und Umwandlungsverluste innerhalb der Energieproduktion sowie Leitungsverluste führten dazu, dass die nutzbare Endenergiemenge um 34,6 % geringer ausfiel und bei rund 8.998 Petajoule lag. Vgl. hierzu *AGEB (2013a)*: S. 2.

⁸¹⁷ Vgl. hierzu auch Kap. 4.1.

innerhalb desselben Zeitraums um 50 %. Diese Entwicklungen wurden teilweise durch Effizienzgewinne im Bereich des Schienenverkehrs kompensiert.⁸¹⁸ Der Verbrauchsanstieg im Haushaltssektor kann im Wesentlichen auf die Zunahme der durchschnittlichen Wohnfläche pro Kopf zurückgeführt werden. Außerdem spielt die Zersiedelung von Ballungsräumen eine Rolle.⁸¹⁹

Im Jahr 2012 betrug der Anteil des Industriesektors am Endenergieverbrauch 28,9 %, jener des Verkehrssektors 28,6 % und der des Haushaltssektors 27 %. Der Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen betrug 15,5 %.⁸²⁰ Dieser nach Sektoren gegliederte Endenergieverbrauch stellt eine geeignete Datenbasis für die Abgrenzung und Festlegung des Kreises zu regulierender Wirtschaftssubjekte innerhalb des Gebäudesektors dar, ist aber weiter zu untergliedern.⁸²¹ Denn es ist zu berücksichtigen, dass innerhalb der betrachteten Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Haushalte Energie sowohl unmittelbar selbst produziert, als auch von Energieerzeugungsunternehmen bezogen wird.⁸²² Die innerhalb des Energiesektors produzierten Energie- und damit zusammenhängenden Treibhausgasemissionsmengen werden bereits heute mithilfe eines potenziell effizienten mengenpolitischen Instrumenteneinsatzes reguliert, dem EU-Emissionshandelssystem.⁸²³ Die aus dem Energiesektor bezogenen Energiemengen sind für ein Cap and Trade-System im Gebäudesektor daher nicht von Interesse und sind aus den angegebenen Endenergieverbräuchen heraus zurechnen.

Zur Feststellung der selbst produzierten und direkt verbrauchten Energiemengen im Gebäudesektor können jene energiebezogenen Daten aus dem Haushaltssektor und dem Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen herangezogen werden, die von der *Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen* für die *Bundesrepublik Deutschland* ermittelt werden. Der überwiegende Teil des Energieverbrauchs im Gebäudesektor ist auf die private Nutzung von Wohnimmobilien zurückzuführen. Sämtliche Verbrauchsmengen des Haushaltssektors können dabei dem Gebäudesektor zuge-

⁸¹⁸ Vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 23 f.

⁸¹⁹ Vgl. *UBA (2007)*: S. 9.

⁸²⁰ Vgl. *AGEB (2013a)*: S. 2.

⁸²¹ Vgl. hierzu im Allgemeinen *AGEB (2010)*: S. 6.

⁸²² So wird Strom, etwa zum Kochen backen und braten, im Gebäudesektor üblicherweise nicht selbst hergestellt, sondern von Energieerzeugungsunternehmen bezogen. Wärmeenergie wird hingegen in Gebäuden zumeist selbst in entsprechenden Heizungsanlagen produziert.

⁸²³ Hiermit werden Feuerungsanlagen des Energiesektors mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 20 MWh gemeinsam mit ausgewählten treibhausgasemittierenden Anlagen des Industriesektors mithilfe eines mengenpolitischen Instrumentariums reguliert. Vgl. *BMU (2006)*: S. 7. Kleinere Anlagen des Energiesektors, welche die derzeitigen Mindestgrößenanforderungen nicht erfüllen, sollten, nach Meinung des Autors, aus wettbewerbspolitischen Gründen im Rahmen des *EU-Emissionshandelssystems* reguliert werden. Dafür wäre die Streichung der Mindestgrößenanforderung im EU-Handelssystem nötig. Statt eines größenabhängigen Unterscheidungskriteriums sollte zur Abgrenzung der Anlagen des Energiesektors der bestimmungsgemäße Verbrauch einer Anlage herangezogen werden. Insofern eine fossile Feuerungsanlage mit dem Zweck betrieben wird, Energie zu produzieren und anschließend zu veräußern, sollte sie unter die Regeln des Energiesektors fallen, andernfalls nicht. Entsprechende Informationen sind im Rahmen der Erfassung von steuerlich relevanten Daten bereits vorhanden.

rechnet werden. Im Jahr 2012 betrug diese Menge 2.431 Petajoule. Um die direkten Energieverbrauchsmengen zu erhalten, müssen davon lediglich die, in Form von Strom und Fernwärme, aus dem Energiesektor bezogenen Energiemengen abgezogen werden. Im Ergebnis bleibt eine unmittelbar erzeugte Menge Energie in Höhe von 1.765 PJ, die zu knapp 90 % für die Erzeugung von Raumwärme und für die Warmwasserbereitung genutzt wird. Die im Haushaltssektor selbst erzeugte Energiemenge entsprach im Jahr 2012 etwa 19,6 % des gesamten Endenergieverbrauchs in der *Bundesrepublik Deutschland*.⁸²⁴

Während die Daten in Bezug auf die selbst produzierten Energiemengen für den Haushaltssektor in der vorliegenden Arbeit unverändert aus der amtlichen Statistik übernommen werden, sind die entsprechenden Informationen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen leicht zu korrigieren. Innerhalb des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen werden nur diejenigen Energieverbräuche dem Gebäudesektor zugerechnet, die unmittelbar der bestimmungsgemäßen Nutzung von Büro-, Verwaltungs- oder Geschäftsgebäuden dienen. Dazu zählen die Erzeugung von Raumwärme, die Klimatisierung von Räumen, die Warmwasserbereitung, Beleuchtungszwecke und der Betrieb von Anlagen zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien.⁸²⁵ Fasst man sämtliche Energieverbrauchsmengen zusammen, die auf diese Nutzungsarten entfallen, ist der Energieverbrauch im Gebäudebereich innerhalb des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen bestimmt. Im Jahr 2012 betrug diese Summe 1.040 PJ. Zieht man auch hiervon die in Form von Strom und Fernwärme extern bezogenen Energiemengen ab, ergibt sich die im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen selbst produzierte Energiemenge in Höhe von etwa 620 PJ, die zum Betrieb der Büro-, Verwaltungs- und Geschäftsgebäude eingesetzt wurde.⁸²⁶ Die im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen selbst erzeugte Energiemenge entspricht damit knapp 6,9 % des Endenergieverbrauchs der *Bundesrepublik Deutschland* des Jahres 2012.⁸²⁷

Insgesamt wurde im Jahr 2012 im Gebäudesektor eine Menge von 2.385 PJ Energie selbst produziert; dies entspricht 26,5 % des gesamten Endenergieverbrauchs dieses Jahres. Damit ist der Anteil des Gebäudesektors annähernd so groß, wie der des Verkehrs- oder des Industriesektors. Dies wird in *Abbildung 5a* illustriert, in der die prozentualen Anteile der sog. klassischen Endverbrauchssektoren am Energieverbrauch für das Jahr 2012 einander gegenübergestellt werden. Der Anteil des Industriesektors am Endenergieverbrauch betrug 28,9 %. Der Verkehrssektor war für 28,6 % des Energieverbrauchs verantwortlich. Entsprechend der in diesem Kapitel vorgenommenen Aufteilung des Energieverbrauchs in selbst produzierte und fremdbezogene Energiemengen für die Sektoren Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen kann in der

⁸²⁴ Eigene Berechnungen nach *AGEB (2013b)*: S. 22 i. V. m. S. 31.

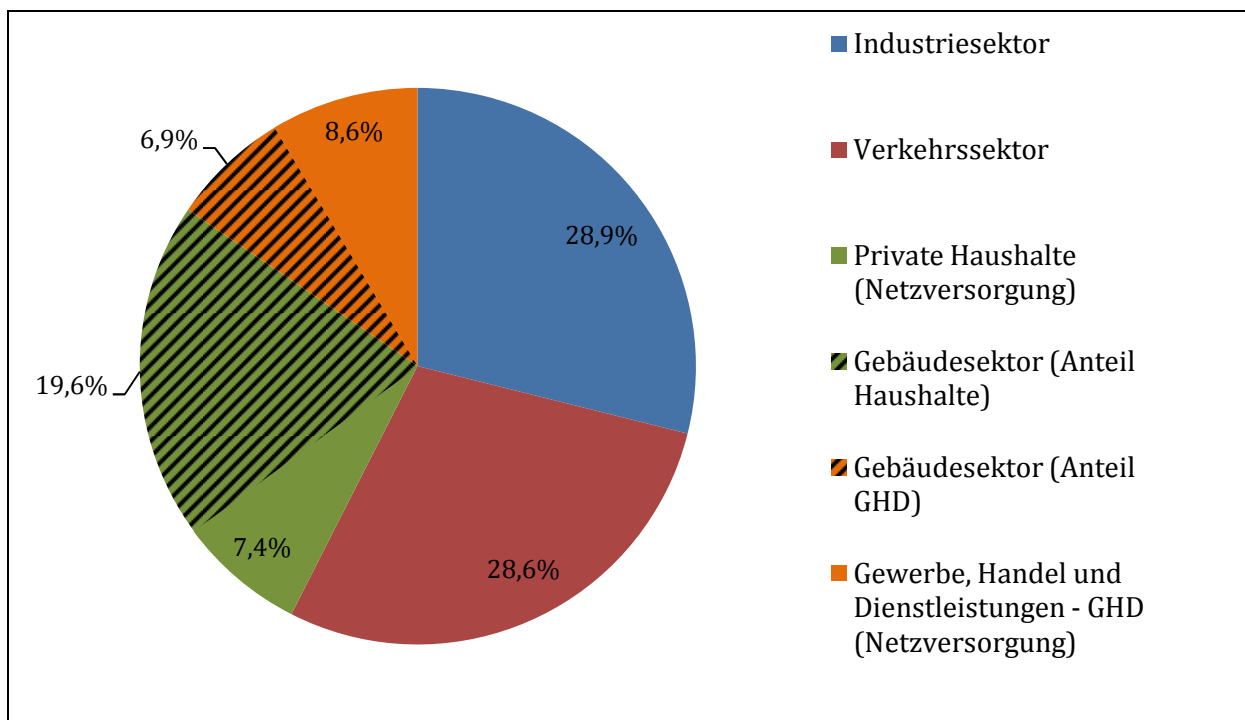
⁸²⁵ Die Auflistung erfolgt nach *AGEB (2011)*: S. 3.

⁸²⁶ Eigene Berechnungen nach *AGEB (2013b)*: S. 13.

⁸²⁷ Eigene Berechnungen nach *AGEB (2013b)*: S. 13 i. V. m. S. 31.

Abbildung auch der Anteil des Gebäudesektors am Endenergieverbrauch dargestellt werden. So ist der Haushaltssektor für 27,0 % des Endenergieverbrauchs verantwortlich, 19,6 % werden dort selbst produziert und 7,4 % werden vom Energiesektor bezogen. Von dem 15,5 % betragenden Anteil des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen werden 6,9 % dort selbst erzeugt und 8,6 % vom Energiesektor bezogen. Die schraffierte Fläche gibt den gemeinsamen Anteil der in diesen Sektoren selbst produzierten Energiemengen an und entspricht dem Anteil des Gebäudesektors am Endenergieverbrauch. Die entsprechenden Energiemengen werden dezentral in Millionen von Heizkesseln, Blockheizkraftwerken oder Generatoren produziert, deren Betrieb die Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors bewirkt.

Abbildung 5a: Anteile der Energieverbrauchssektoren am gesamten Endenergieverbrauch des Jahres 2012 in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung nach AGEb (2013a): S. 2 i. V. m. AGEb (2013b): S. 13 und S. 22.

In Verbindung mit Informationen über die Art der eingesetzten Energieträger kann auf Basis der vorgestellten Energieverbrauchsmengen der Anteil des Gebäudesektors an den Treibhausgasemissionen bestimmt werden.⁸²⁸ Im Jahr 2012 lag der Treibhausgasausstoß des Gebäudesektors bei rund 133 Mt CO₂.⁸²⁹ Das entspricht einem Anteil von etwa 14 % an den gesamten Treibhausgasemissionen des Jahres 2012 in Deutschland.⁸³⁰ Damit nehmen die innerhalb des

⁸²⁸ Vgl. für die energieträgerspezifischen Umrechnungskoeffizienten UBA (2014): S. 773 ff.

⁸²⁹ Vgl. UBA (2014): S. 230.

⁸³⁰ Im Jahr 2012 wurden in der Bundesrepublik Deutschland etwa 939,6 Mt CO_{2eq} emittiert. Vgl. UBA (2014): S. 64.

Gebäudesektors selbst produzierten Energiemengen und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen in der *Bundesrepublik Deutschland* einen bedeutenden Umfang an.⁸³¹

5.1.2 Vermeidungspotenziale, -techniken und -kosten

Für einen Überblick über die Vermeidungspotenziale, die im Gebäudesektor vorhanden sind eignet sich insbesondere eine Publikation der Unternehmensberatungsgesellschaft *McKinsey & Company*, die im Auftrag des *Bundesverbandes der Deutschen Industrie* angefertigt wurde. Neben der sektoralen Bestimmung von Emissionsmengen werden darin schwerpunktmäßig die technischen Möglichkeiten betrachtet, mit deren Einsatz sich die Treibhausgasemissionen in der *Bundesrepublik Deutschland* reduzieren lassen. Die für eine Realisierung der möglichen Treibhausgasreduktionen in Frage kommenden Techniken werden aufgelistet, deren Reduktionspotenzial und die mit ihrem Einsatz einhergehenden Kosten der Emissionsvermeidung abgeschätzt. Wie auch in dieser Arbeit erfolgt dort eine nach verschiedenen Wirtschaftszweigen und unterschiedlichen Gruppen von Emittenten getrennte Betrachtung.⁸³² Unterschieden werden die Sektoren Energie, Industrie, Verkehr, Gebäude, Entsorgungs- und Landwirtschaft.

Für die Bestimmung der Vermeidungspotenziale wird ein bottom up-Ansatz verwendet, bei dem für jede untersuchte Vermeidungstechnik eine „ambitionierte aber in der Praxis realisierbare“ Marktdurchdringungsrate unter Berücksichtigung der üblichen Lebensdauer von Anlagen und Wirtschaftsgütern abgeschätzt wird.⁸³³ In die Betrachtung einbezogen werden ausgereifte, bereits einsetzbare Vermeidungstechnologien und solche Technologien, die noch nicht marktfähig sind, sich aber in einem sehr fortgeschrittenen Entwicklungsstadium befinden, also kurz vor der Markteinführung stehen. Berücksichtigung finden ausschließlich solche Vermeidungstechniken, deren Verwendung aus Sicht der Autoren nicht zu einer Minderung von Lebensqualität⁸³⁴ oder wirtschaftlichem Wachstum führen. Aufgrund dieser nicht näher bestimm-

⁸³¹ Auch auf internationaler Ebene stellen die innerhalb des Gebäudesektors installierten Feuerungsanlagen eine bedeutende Quellgruppe von Treibhausgasemissionen dar. Im Jahr 2004 wurden bspw. 3 Gt CO_{2eq} von Feuerungsanlagen emittiert, die dem Gebäudesektor direkt zugerechnet werden können. Damit betragen die direkten Emissionen des Gebäudesektors weltweit etwa 10,4 % der energiebedingten Treibhausgasemissionen. Die Anteile des Gebäudesektors am gesamten Energieverbrauch und den Treibhausgasemissionen in einzelnen Ländern fallen aufgrund des großen Anteils erzeugter Wärmeenergiemengen stark unterschiedlich aus. Die Emissions- und Verbrauchsmengen sind dabei umso höher, je näher die betrachtete Region im Bereich der Pole oder je höher sie über dem Meeresspiegel liegt. Vgl. *Levine, M. et al. (2007)*: S. 391 i. V. m. *BMWi (2011)*: Gesamtausgabe Energiedaten Tabelle 12, Energiebedingte CO₂-Emissionen ausgewählter Länder und Regionen. Bezieht man sämtliche direkten und indirekten CO₂-Emissionen ein, beträgt die Emissionsmenge, für welche die in diesem Sektor handelnden Wirtschaftssubjekte verantwortlich sind, 8,6 Gt CO_{2eq}. Eine Berücksichtigung der übrigen Treibhausgasemissionen neben CO₂ führt zu einer Menge von 10,6 Gt CO_{2eq}. Letzteres entspricht rund 24 % der gesamten weltweiten Treibhausgasemissionen. Vgl. *Levine, M. et al. (2007)*: S. 391 i. V. m. *UBA (2011a)*.

⁸³² Vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 23.

⁸³³ Vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 13.

⁸³⁴ Hiermit sind Verhaltensanpassungen gemeint, die als Einschränkungen der Lebensqualität aufgefasst werden könnten, wie etwa die Reduzierung des allgemeinen Güterkonsums, der Menge privat zu-

ten qualitativen Einschränkungen der Datenverwendung kann mit dieser Studie nicht der Anspruch erhoben werden, sämtliche Vermeidungsoptionen und die damit einhergehenden Kosten vollständig zu erfassen. Auf Basis dieser Informationen kann daher nicht unmittelbar diejenige Kombination von Vermeidungstechniken ermittelt werden, mit der sich das deutsche Klimaziel kostenoptimal erreichen ließe. Von Interesse ist die vom *Bundesverband der Deutschen Industrie* in Auftrag gegebene Studie aus einem anderen Grund. Sie gibt Auskünfte darüber, welche Techniken zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen die an der Studie beteiligten Unternehmen und Verbände in großem Stil für umsetzbar halten, mit welchen Kostensteigerungen in den betrachteten Sektoren in Folge von Klimaschutzpolitik gerechnet wird, und welche Kosten aus Sicht der vom *BDI* vertretenen Unternehmen für akzeptabel gehalten werden.

Als Vergleichsmaßstab für die in der Studie vorgenommenen Abschätzungen des mit den betrachteten Techniken realisierbaren Einsparpotenzials wird eine Projektion des Treibhausgasausstoßes vorgenommen. Grundlage der Berechnung der Emissionsmengen dieses Vergleichsszenarios ist die Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990. Diese Entwicklung wird fortgeschrieben, wobei unterstellt wird, dass die im Rahmen der regulären Investitionszyklen neu errichteten Gebäude, Anlagen und angeschafften Güter stets dem durchschnittlichen Stand der Technik neu errichteter Gebäude, Anlagen und angeschaffter Güter entsprechen. Insofern unterscheidet sich dieses Szenario von üblichen „business as usual“-Szenarien, in denen eine unterstellte Rate des technischen Fortschritts Einfluss auf die projizierten Daten nimmt.⁸³⁵ In dieser „Stand der Technik“-Projektion steigen die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 insgesamt auf 1.048 Mt CO_{2eq} und bis zum Jahr 2030 auf bis zu 1.067 Mt CO_{2eq} an. Gegenüber dem Basisjahr 1990, in dem 1.232 Mt CO_{2eq} ausgestoßen worden sind, würde dies im Jahr 2020 eine um etwa 15 % und im Jahr 2030 eine um rund 13 % verminderte Emissionsmenge bedeuten.⁸³⁶ Somit reichen die in dieser Projektion berücksichtigten Energieeffizienzgewinne nicht aus, um den vom allgemeinen wirtschaftlichen Wachstum ausgelösten Mehrenergieverbrauch zu kompensieren.⁸³⁷ Ohne zusätzliche Politikmaßnahmen lässt sich das Ziel der deutschen *Bundes-*

rückgelegter PKW-Kilometer oder der mittleren Raumtemperaturen in Gebäuden während der Heizperiode, vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 63.

⁸³⁵ Vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 25.

⁸³⁶ Vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 26.

⁸³⁷ Im Einzelnen bedeutet das für den Energiesektor eine Steigerung des Treibhausgasausstoßes bis 2020 auf 408 Mt CO_{2eq} (bzw. 415 Mt CO_{2eq} bis 2030), die insbesondere auf den Ausstieg aus der Kernenergieerzeugung zurückzuführen ist. Im Industriesektor führt das Wachstum der Output-Menge zu einem Anstieg der direkten Treibhausgasemissionen auf 247 Mt CO_{2eq} (bzw. 260 Mt CO_{2eq} bis 2030). Im Verkehrssektor wird mit einem Anstieg der verursachten Treibhausgasemissionen auf 180 Mt CO_{2eq} (bzw. 196 Mt CO_{2eq} bis 2030) gerechnet. Aufgrund der geringen Dynamik im Gebäudesektor führt die Durchdringung des Bestands mit dem Stand der Technik zu einer Reduktion der direkten Treibhausgasemissionen auf 156 Mt CO_{2eq} (bzw. 144 Mt CO_{2eq} bis 2030); vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 27. Die übrigen erfassten Wirtschaftsbereiche der Entsorgungs- und Landwirtschaft kommen auf 57 Mt CO_{2eq} bis 2020 (bzw. 52 Mt CO_{2eq} bis 2030).

regierung, den Treibhausgasausstoß bis zum Jahr 2020 um 40 % zu reduzieren, nicht erreichen.⁸³⁸

Mit der Umsetzung der in der Studie betrachteten Vermeidungstechniken können in den Endverbrauchssektoren bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Referenzjahr 1990 26 % der Treibhausgasemissionen zu Grenzkosten von maximal € 20,-/t CO_{2eq} eingespart werden. Gegenüber dem „Stand der Technik“-Szenario bedeutet dies eine Absenkung der Emissionen um 141 Mt CO_{2eq}. Davon sind Reduktionen von rund 127 Mt CO_{2eq} aus Sicht der jeweiligen Entscheider wirtschaftlich rentabel. D. h., über die Lebensdauer der Wirtschaftsgüter können sie insgesamt höhere Einsparungen an Energiekosten realisieren, als ihnen Kosten infolge der Durchführung der Vermeidungsmaßnahmen entstehen. Die verbleibenden 14 Mt CO_{2eq} können zu den bereits erwähnten Grenzkosten von bis zu € 20,-/t CO_{2eq} realisiert werden.⁸³⁹

Zu Kosten von unter € 100,-/t CO_{2eq} ist eine Absenkung des Treibhausgasausstoßes um weitere 40 Mt CO_{2eq} möglich. In der Summe bedeutet dies eine Absenkung der Treibhausgasemissionen um knapp 30 % gegenüber 1990. Diese ist erreichbar, wenn es gelingt, die durch den Atomenergieausstieg entstehende Lücke in den Energieerzeugungskapazitäten durch erneuerbare Energieträger zu ersetzen, statt durch den Zubau von Kraftwerken, die fossile Brennstoffe benötigen. Ein Anstieg des Anteils der erneuerbaren Energieträger an der Primärenergieerzeugung auf 25 % bis 2020 zu Kosten von rund € 80,-/t CO_{2eq} und der Betrieb der im Bau befindlichen Anlagen zur Abscheidung und Lagerung von Kohlendioxid (CCS-Verfahren), zu Kosten zwischen € 30,- und 50,-/t CO_{2eq}, können zur Erreichung dieses Ziels beitragen.⁸⁴⁰ Weitere Emissionsreduktionen führen gemäß dieser Studie zu deutlich höheren Vermeidungskosten.

Betrachtet wird ein weiteres Reduktionspotenzial von bis zu 72 Mt CO_{2eq}, dessen Hebung bis zu mehrere Tausend Euro pro vermiedener Tonne CO_{2eq} kosten könnte. Darunter fallen bspw. auch die bereits beschlossenen und teilweise umgesetzten Maßnahmen zur Erhöhung der sog. Biospritquote, d. h. der Steigerung des Absatzes von auf regenerierbarer Basis erzeugten Mengen Kraftstoffe an der gesamten Absatzmenge von Kraftstoffen. Hiermit ließen sich rund 14 Mt CO_{2eq} zu Kosten von durchschnittlich € 175,-/t CO_{2eq} an Emissionen einsparen.⁸⁴¹ Würden alle in der Studie betrachteten Vermeidungsoptionen, die aus Sicht der an der Studie beteiligten Personen nicht zu Einbußen im Wirtschaftswachstum oder Lebensstandard führen, vollständig umgesetzt, ließen sich bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 35 % der Treibhausgasemissionen vermeiden.⁸⁴² Aus dieser Sicht erscheint das Ziel der deutschen *Bundesregierung*, den Treibhausgasausstoß um bis zu 40 % absenken zu wollen, als sehr ambitioniert.

⁸³⁸ Für den Zielwert vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 5.

⁸³⁹ Vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 14.

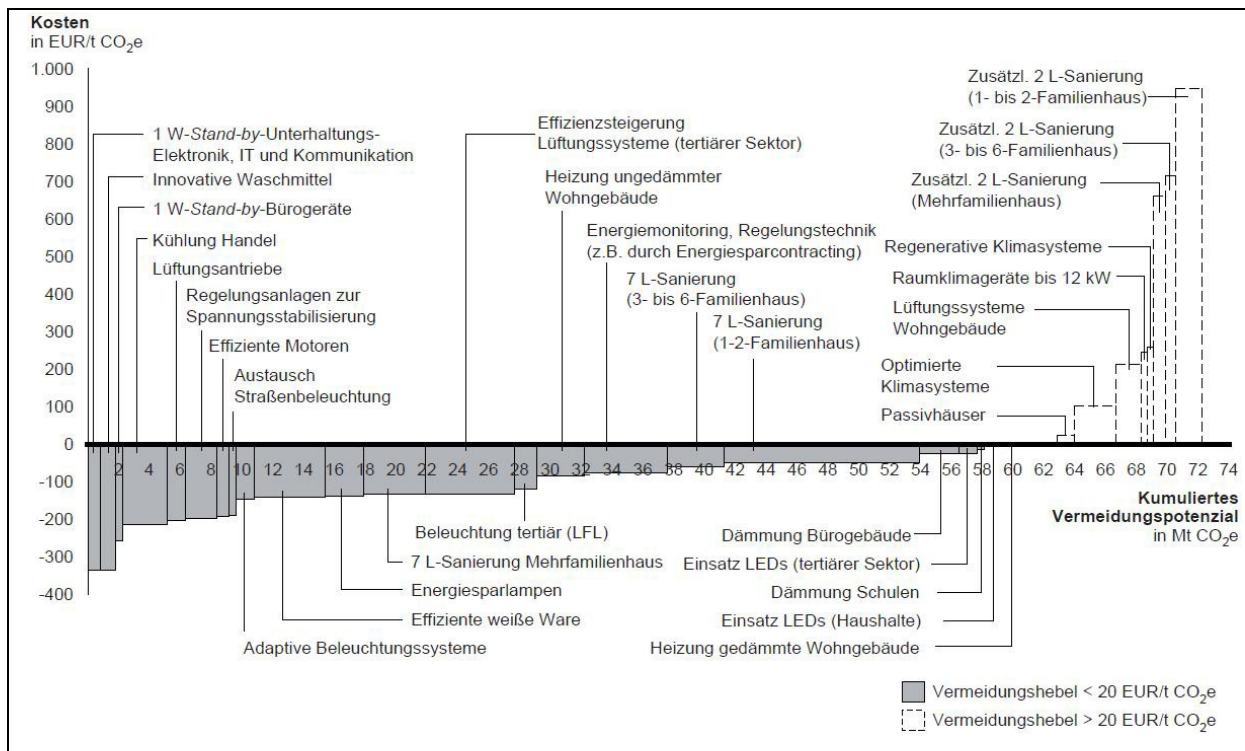
⁸⁴⁰ Vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 16 und 33.

⁸⁴¹ Vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 16.

⁸⁴² Vgl. *McKinsey & Company (2007a)*: S. 15.

Zusammengefasst ließen sich in den betrachteten Sektoren mit den bekannten und marktreifen Techniken bis zum Jahr 2020 141 Mt CO_{2eq} zu Vermeidungskosten von maximal 20,-/t CO_{2eq} reduzieren. Weitere 40 Mt CO_{2eq} sind zu Kosten bis zu 100,-/t CO_{2eq} realisierbar. Zusätzliche 72 Mt CO_{2eq} führen im Durchschnitt zu Vermeidungskosten von rund 430,-/t CO_{2eq}. Das ermittelte gesamte Vermeidungspotenzial liegt damit bei 253 Mt CO_{2eq}.⁸⁴³ Von besonderer Bedeutung für die Erreichung der Klimaziele ist dabei der Gebäudesektor. Hier liegt nämlich nicht nur ein erhebliches technisches Einsparpotenzial für Treibhausgasemissionsmengen vor. Die betrachteten Vermeidungsoptionen, mit denen sich insgesamt Emissionsreduktionen von bis zu 72 Mt CO_{2eq} realisieren lassen, sind zu etwa 90 % sogar wirtschaftlich rentabel umsetzbar.⁸⁴⁴ *Abbildung 5b* zeigt Vermeidungstechniken, die im Gebäudesektor zur Verfügung stehen, deren kumuliertes Vermeidungspotenzial und die jeweils aufzuwendenden Vermeidungskosten.

Abbildung 5b: CO₂-Vermeidungskostenkurve im Gebäudesektor



Quelle: McKinsey & Company (2007a): S. 38.

Abgebildet werden auf der Ordinate die Kosten je vermiedener Tonne Treibhausgasemissionen. Auf der Abszisse ist das kumulierte Vermeidungspotenzial abgetragen. Die jeweiligen Balken geben zum einen die durchschnittlichen Kosten an, die je vermiedener Tonne CO_{2eq} bei Verwendung einer bestimmten Vermeidungstechnologie aufgewendet werden müssen. Zum

⁸⁴³ Vgl. McKinsey & Company (2007a): S. 16.

⁸⁴⁴ Betrachtet man alle möglichen Vermeidungsoptionen im Gebäudesektor, die in der Studie berücksichtigt werden, liegt der Anteil immer noch bei rund 50 %. Das ist insofern von Bedeutung, als dass sektorübergreifend - über alle Vermeidungstechniken hinweg - der Anteil der wirtschaftlich rentablen Vermeidungstechniken lediglich bei 28 % liegt. Vgl. McKinsey & Company (2007a): S. 37.

anderen können die geschätzten Mengen möglicher CO₂-Einsparungen abgelesen werden, die durch den Einsatz der unterschiedlichen Technologien erwartet werden. Insofern die Balken nach unten gerichtet sind, führen durchgeführte Vermeidungsmaßnahmen insgesamt nicht zu einer Belastung für denjenigen, der die Maßnahme durchführt, da neben CO₂-Emissionen auch Energiemengen eingespart werden. Die damit einhergehenden Kostenersparnisse sind dann größer als die Kosten der jeweiligen Vermeidungsmaßnahme.

Die Abbildung zeigt, dass das vorhandene Vermeidungspotenzial im Gebäudesektor nur gehoben werden kann, wenn die vielfältigen Techniken der Vermeidung von CO₂-Emissionen genutzt werden. Zu den wirkungsvollsten Maßnahmen zählen die Komplettsanierung von vor 1979 errichteten Wohngebäuden und der Austausch darin betriebener Heizungsanlagen auf den derzeitigen 7-Liter Standard bei Neubauten. Das bedeutet, dass pro Quadratmeter und Jahr nicht mehr als 70 kWh Energie verbraucht werden. Hiermit allein lassen sich rund 20 Mt CO_{2eq}-Emissionen in *Deutschland* vermeiden. Die Durchführung dieser Maßnahmen kostet über ihren Lebenszyklus insgesamt weniger, als an Energiekosten eingespart werden kann. Dies allerdings nur dann, wenn solche energetischen Sanierungen im Rahmen ohnehin anstehender Erhaltungs- oder sonstiger baulicher Wertsteigerungsmaßnahmen durchgeführt werden. Werden bauliche Maßnahmen außerhalb der regulären Investitionszyklen ausschließlich mit dem Ziel durchgeführt, Energiekosten einsparen zu wollen, ist selten mit einer positiven Investitionsrendite zu rechnen.⁸⁴⁵ Daneben lassen sich mit dem Austausch ineffizienter Heizungsanlagen in bereits teilsanierten oder jüngeren Gebäuden gegen solche, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, weitere 8 Mt CO_{2eq} an Emissionen mit einem Überschuss der eingesparten Energiekosten über die Summe der Mehrinvestitionen einsparen. Als wirkungsvolle Einzelmaßnahmen gelten aufgrund ihrer Eignung zu massiven Energieeinsparungen von Treibhausgasemissionen die Dämmung von Außenwänden, von Dächern bzw. der obersten Geschoßdecke und der Einbau von Heizungen, die auf Basis erneuerbarer Energien arbeiten.⁸⁴⁶ Im Dienstleistungssektor lassen sich in Büro-, Verwaltungs- und öffentlichen Gebäuden allein durch den Austausch veralteter Lüftungssysteme und die Einführung von Energiemanagementsystemen zur Verhinderung von Energieverschwendungen die Emissionen von 11 Mt CO_{2eq} gewinnbringend verhindern. Die energetische Sanierung dieser Gebäude bringt zusätzliche wirtschaftlich profitable Einsparungen in Höhe von 3 Mt CO_{2eq}.⁸⁴⁷ Allein mit diesen aufgezählten wirkungsvollsten Maßnahmen, lassen sich die Emissionen von 42 Mt CO_{2eq} verhindern, ohne dass das Niveau einer gegebenen Wohn- und Nutzungsqualität eingeschränkt zu werden braucht oder über die Lebensdauer der entsprechenden Anlagen zusätzliche Kosten für die Vermeidung von Treibhausgasemissionen aufgewendet werden müssen.

⁸⁴⁵ Vgl. McKinsey & Company (2007a): S. 38.

⁸⁴⁶ Vgl. Weiß, J./Vogelpohl, T. (2010): S. 11.

⁸⁴⁷ Vgl. McKinsey & Company (2007a): S. 39.

Auch in internationalen Studien wird dem Gebäudesektor eine tragende Rolle bei der Umsetzung klimapolitischer Ziele zugesprochen.⁸⁴⁸ Denn im Gebäudebereich existieren vielfältige Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu reduzieren und vermehrt erneuerbare Energieträger zur Energiegewinnung zu nutzen. Viele der Optionen sind bereits heute oder in naher Zukunft technisch umsetzbar und zudem auch bereits bei heutigen Energiepreisen wirtschaftlich. Als größtes Problem, das der tatsächlichen Realisierung des aus Entscheidersicht ökonomisch vorteilhaften Vermeidungspotenzials entgegensteht, werden die langen Amortisationszeiten der Investitionen in Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden benannt.⁸⁴⁹ Würden sämtliche Vermeidungsoptionen umgesetzt, die sich über den Zeitraum der wirtschaftlichen Nutzungsdauer eines Gebäudes als wirtschaftlich rentabel erweisen, könnten weltweit bis zu 29 % der für 2020 projizierten Emissionen im Gebäudesektor vermieden werden. Würden sämtliche Vermeidungstechniken genutzt, deren Grenzvermeidungskosten bei bis zu 20,- US \$ pro Tonne CO_{2eq} liegen, erhöhte sich der Anteil vermeidbarer Treibhausgasemissionen auf 32 %. Mit dem Einsatz von Technologien mit Grenzvermeidungskosten von bis zu 100,- US \$ pro Tonne CO_{2eq} könnte der Anteil auf 36 % gesteigert werden.⁸⁵⁰

Im Vergleich zu anderen Sektoren kann zusammenfassend festgestellt werden, dass sowohl das wirtschaftlich nutzbare als auch das technische Vermeidungspotenzial im Gebäudesektor relativ groß ist. Diese Ergebnisse werden durch internationale und nationale Studien bestätigt. Wie in allen Ländern der höheren nördlichen Breiten kommt dem Gebäudesektor, wegen der geographisch bedingten Witterungsverhältnisse und der Länge der winterlichen Heizperiode, auch in *Deutschland* eine im weltweiten Vergleich überdurchschnittliche Bedeutung zu. Die Bereitstellung von Wärmeenergie in Wohn- und Geschäftsgebäuden ist die dominierende Nutzenergieart der im Gebäudebereich direkt produzierten Energiemengen. Im Rahmen des Haushaltssektors sind es knapp 86 %, im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sind es nahezu 100 % der selbsterzeugten Energiemengen, die für die Erzeugung von Raumwärme und der Bereitung von Warmwasser verwendet werden.⁸⁵¹

5.1.3 Eine kritische Bestandsaufnahme klimapolitischer Regulierungsmaßnahmen

Die ermittelten Verbrauchswerte von Wärmeenergie im Gebäudebestand reichen von durchschnittlich 100 kWh/m² im Neubaubereich bis zu teilweise über 400 kWh/m² im aus den 50er

⁸⁴⁸ Vgl. Levine, M. et al. (2007), die in einer Metastudie die Ergebnisse von mehr als 80 Einzelstudien zum Vermeidungspotenzial innerhalb des Gebäudesektors präsentieren. Für eine Übersicht über die Potenziale zur Minderung von Treibhausgasemissionen innerhalb des Gebäudesektors in verschiedenen Weltregionen siehe Barker, T. et al. (2007): S. 54.

⁸⁴⁹ Vgl. Levine, M. et al. (2007): S. 389.

⁸⁵⁰ Vgl. Levine, M. et al. (2007): S. 409.

⁸⁵¹ Eigene Berechnungen nach AGEB (2011): S. 14, S. 17 und S. 20.

Jahren stammenden Altbaubestand.⁸⁵² Für diese großen Verbrauchsvariationen gibt es mehrere Ursachen: Die Ausrichtung und die Architektur eines Gebäudes – Geometrie, Größe, Anzahl der Wohneinheiten, Einzel-, Reihen- oder Hochhaus – beeinflussen den Verbrauch in hohem Maße. Sind große Teile der Gebäudeflächen nach Süden ausgerichtet, bedeutet das geringere durchschnittliche Energiebedarfe, befinden sich auf der Nordseite des Gebäudes große Fensterflächen, ist mit höheren Bedarfen zu rechnen.⁸⁵³ Auch die geographische Lage innerhalb Deutschlands beeinflusst den durchschnittlichen Energieverbrauch. In *Bayern* und *Thüringen* liegt der Heizöl- und Erdgasverbrauch um etwa 10 % niedriger als in *Schleswig-Holstein* und dem nördlichen *Niedersachsen*.⁸⁵⁴ Das Verbraucherverhalten und die Verbraucherpräferenzen bestimmen ebenfalls den Energieverbrauch. Schließlich ist auch der energetische Zustand eines Gebäudes für die Verbrauchsmengen verantwortlich.

Die Ausrichtung des Gebäudes und die grundlegende Gebäudestruktur bieten nur beim Neubau energetisches Handlungspotenzial. Die geographische Lage und die dort herrschende Witterung sind als gegebene natürliche Umweltbedingungen nicht beeinflussbar. Unmittelbar und jederzeit, d. h. unabhängig von der Errichtungsperiode eines Gebäudes, kann mit Änderungen des Verbrauchsverhaltens und mit der Verbesserung des energetischen Zustands eines Gebäudes der Treibhausgasausstoß und der Energieverbrauch verringert werden. Dabei bieten letztere Maßnahmen den Vorteil, den Energieverbrauch reduzieren zu können, ohne bevorzugte Nutzungsgewohnheiten, etwa in Bezug auf die Höhe einer als behaglich empfundenen Wohnraumtemperatur, aufgeben zu müssen.

Entsprechend den Ursachen unterschiedlich hoher Energieverbräuche – Architektur, Lage, Verbrauchsverhalten, Energieeffizienz – in Immobilien bieten sich also verschiedene Ansatzpunkte und Techniken zur Verminderung des Energieverbrauchs im Gebäudesektor an, um Klimaschutzziele zu erreichen. Ökonomisch effizient wäre es, wenn diejenigen Maßnahmen gewählt würden, die ein Ziel zu den geringstmöglichen (Opportunitäts-)Kosten realisierbar werden lassen.⁸⁵⁵ Könnten die Wirtschaftssubjekte aus der Menge aller möglichen Handlungsoptionen, den Ausstoß von Treibhausgasemissionen abzusenken, frei wählen, würde ein anvisiertes Klimaziel ökonomisch effizient erreicht werden. Grundsätzlich sollte es also den Wirtschaftssubjekten überlassen sein, an welcher der aufgelisteten Ursachen eigene Anstrengungen zur Vermeidung des Energieverbrauchs und des Ausstoßes von Treibhausgasen ansetzen sollen.

Einen Beitrag zum Klimaschutz versprechen sich politische Entscheidungsträger in *Deutschland* und *Europa* aber insbesondere von der Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, die als äußerst dirigistisch einzustufen sind. Die *EU-Kommission* glaubt bspw. zu wis-

⁸⁵² Vgl. *Neuhoff, K. et al. (2011b)*: S. 7 und S. 11.

⁸⁵³ Vgl. *RWI (2006)*: S. 8.

⁸⁵⁴ Vgl. *RWI (2006)*: S. 9.

⁸⁵⁵ Vgl. Kap. 4.2.1.2.

sen, mit welchen Maßnahmen sich etwa 20 % des Energieverbrauchs in der *EU* kostengünstig einsparen lassen, und dass sich infolge der Umsetzung der entsprechenden Maßnahmen die Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen positiv beeinflussen lässt. Die Maßnahmen sollen außerdem europaweit zu einer verstärkten Arbeitskräftenachfrage führen; es wird gehofft, dass bis zu rund 1 Mio. neue Arbeitsplätze entstehen, weil vermehrt importierte Energierohstoffe durch Arbeit und Kapital substituiert werden.⁸⁵⁶ Konkreten politischen Ausdruck finden das „Wissen“ und die skizzierte Hoffnung in mehreren EU-Richtlinien. So werden bspw. in der sektorübergreifenden „*Ökodesign-Richtlinie*“ technische Mindestanforderungen bzgl. der Energieeffizienz von bestimmten Elektrogeräten formuliert.⁸⁵⁷ Speziell auf den Gebäudesektor bezieht sich die EU-Richtlinie zur Gebäudeeffizienz.⁸⁵⁸

Um Klimaschutzziele zu erreichen und die Abhängigkeit von Rohstoffimporten zu mindern wird in *Deutschland* auf finanzielle Anreize über Fördermaßnahmen und ein umfangreiches ordnungsrechtliches Instrumentarium gesetzt. Im aktuellen Energiekonzept aus dem Jahr 2010 plant die *Bundesregierung*, den Primärenergieverbrauch in *Deutschland* bis 2020 um 20 % und bis zum Jahr 2050 auf 50 % im Vergleich zum Basisjahr 2008 abzusenken.⁸⁵⁹ Als „Schlüssel“ zur Zielerreichung setzt die *Bundesregierung* auf den Ausbau der erneuerbaren Energien und auf die Steigerung der Energieeffizienz.⁸⁶⁰ Dies äußert sich in ambitionierten Teilzielformulierungen: Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch soll etwa bis zum Jahr 2020 auf 18 % und bis zum Jahr 2050 auf bis zu 60 % ausgeweitet werden. Speziell für den Gebäudebereich wird eine Absenkung des Wärmeenergiebedarfs bis 2020 um 20 % angestrebt. Bis zum Jahr 2050 soll der gesamte Gebäudebestand klimaneutral sein; das bedeutet, dass der Energiebedarf insgesamt „sehr gering“ ist, und dass sämtliche in Gebäuden benötigte Wärmeenergie aus erneuerbaren Energieträgern stammt.⁸⁶¹ Um die mittel- und langfristigen Klimaziele zu erreichen, wird im Gebäudesektor als operationales Zwischenziel die Erhöhung der jährlichen energetischen Sanierungsrate auf 2 % des Bestands angestrebt.⁸⁶² Derzeit beträgt diese energetische Sanierungsrate lediglich 0,8 % p. a., obwohl die allgemeine Sanierungsrate des Gebäudebestands bei insgesamt rund 2,4 % p. a. liegt.⁸⁶³ Das bedeutet, dass nur in einem Drittel aller durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen von Wohn- und Geschäftsräumen Wärmeschutz- oder Energieeffizienzüberlegungen eine Rolle spielen. Aber gerade dann, wenn bereits bauliche Maßnahmen an Außenwänden, Fassaden, Dächern oder Decken vorgenommen werden müssen, bietet

⁸⁵⁶ Vgl. *EU (2005)*: S. 48 ff.

⁸⁵⁷ Vgl. *EU-Ökodesign-Richtlinie (2009)*.

⁸⁵⁸ Vgl. *EU-Energieeffizienzrichtlinie (2003)*.

⁸⁵⁹ Vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 5.

⁸⁶⁰ Vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 7 und S. 11.

⁸⁶¹ Vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 22.

⁸⁶² Vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 22.

⁸⁶³ Vgl. *Neuhoff, K. et al. (2011a)*: S. 11.

sich die gleichzeitige Durchführung energetischer Sanierungsmaßnahmen an. Denn werden die Maßnahmen im Rahmen anderweitiger Bauarbeiten vorgenommen, wird hauptsächlich ein zusätzlicher Materialaufwand ausgelöst, während der Großteil der Arbeitskosten ohnehin anfällt. Die finanziellen Belastungen für den Gebäudeeigner fallen daher, verglichen mit einer Situation, in der ausschließlich aus Gründen der Verbesserung der Energieeffizienz eines Gebäudes bauliche Maßnahmen durchgeführt werden, weit geringer aus.⁸⁶⁴ Aus Gründen der Kosteneffizienz sollten die politischen Instrumente, mit denen die Erreichung des angestrebten Zwischenzieles beabsichtigt wird, daher so ausgestaltet sein, dass sie jeweils dann zu umfassenden energetischen Modernisierungsmaßnahmen anregen, sobald sich ein Gebäudeeigentümer zur Durchführung einer allgemeinen Gebäudesanierung entscheidet.

Für einen Gebäudeeigentümer stellen energetische Gebäudesanierungen Investitionen dar, zu deren Durchführung der Einsatz von Kapital notwendig ist. Energieeffizientere Anlagen, solche, die auf Basis erneuerbarer Energieträger arbeiten und die Verwendung von Baumaterialien mit guten Dämmeigenschaften sind nämlich in der Anschaffung teurer als vergleichbar funktionale aber weniger energieeffiziente Anlagen und Materialien. Wenn über die Lebensdauer der energieeffizienten Anlagen und Materialien die auf den Investitionszeitpunkt diskontierten Betriebskostensparnisse der Immobiliennutzung für den Investor insgesamt größer sind als die Investitionssumme, lohnt sich die Durchführung der Investition. Ob sich die Investition für den Investor am Ende tatsächlich auszahlt, steht aber zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung nicht fest; die Rentabilität der Investitionsentscheidung ist unsicher. Diese Überlegung stellt sich wie folgt im Detail an der Ermittlung des Gegenwartswertes der Investition dar:⁸⁶⁵

$$K_0 = \sum_{t=1}^i \frac{E(P_t) * (X_{OEM} - E(X_{MEM}))}{(1+r)^t} - (IS_{EK} + \sum_{t=1}^{LZE} \frac{FK_{Zins} + Tilgung}{(1+r)^t})$$

Der Ertrag der Investition ergibt sich aus der Differenz der üblichen eingesetzten Brennstoffmengen X_{OEM} ohne energetische Modernisierung und des erwarteten Brennstoffmengenverbrauchs X_{MEM} mit energetischer Modernisierung. Da bzgl. des Subtrahenden keine Erfahrungswerte vorliegen, kann der Investor diesen Brennstoffmengeneinsatz lediglich schätzen. Die periodenspezifischen Differenzen sind anschließend mit den entsprechenden Erwartungswerten

⁸⁶⁴ Werden ohnehin, d. h. aus anderen Gründen als der Verbesserung der Energieeffizienz, Baumaßnahmen an Außenwänden, Fassaden, Dächern oder Decken vorgenommen, betragen die durchschnittlichen zusätzlichen Kosten, die für eine wirkungsvolle Wärmedämmung ausgegeben werden müssen, lediglich rund ein Drittel der ohnehin anfallenden Baukosten. Andernfalls liegen die Kosten, die für eine energetische Sanierung ausgegeben werden müssen, viel höher, schließlich ergeben sich in dem Fall, dass ausschließlich Maßnahmen zur energetischen Sanierung durchgeführt werden, keine Synergieeffekte, vgl. *Neuhoff, K. et al. (2011a)*: S. 11. Kostentechnische Überlegungen führen daher zu dem Ergebnis, dass energetische Sanierungen nur dann vorgenommen werden sollten, wenn ohnehin bauliche Maßnahmen an der Außenhülle eines Gebäudes anstehen.

⁸⁶⁵ Vgl. hierfür *RWI (2006)*: S. 10. Detaillierte Berechnungen für verschiedene Immobilienobjekte und unterschiedliche Maßnahmen vor dem Hintergrund der geltenden Gesetzeslage in Deutschland nehmen *Enseling und Hinz* vor. Vgl. *Enseling, A./Hinz, E. (2006)*: S. 26 ff.

von Energiepreisen zu multiplizieren und mit einem gewählten Faktor zu diskontieren. Dabei steigt die Attraktivität der Investition, je höher die Energiepreise steigen. Von den erwarteten Erträgen ist die Investitionssumme IS abzuziehen, wobei hier ein Eigenkapitalanteil IS_{EK} von einem Fremdkapitalanteil unterschieden wird. Ertragswirksam ist bei letzterem der mit dem Diskontsatz abgezinste Zahlungsdienst FK_{Zins} zuzüglich Tilgung, die zur Rückzahlung des Kredites geleistet werden muss. Ergibt der Abzug der Investitionssumme – inklusive der diskontierten Aufwendungen – von den diskontierten Erträgen eine positive Differenz, kann die Investition als lohnend bezeichnet werden.

Auch, wenn sich eine große Anzahl an Maßnahmen über die Lebensdauer des Gebäudes und der eingesetzten Anlagen auf Basis von Marktzinsen rechnet, können bestehende Hindernisse der tatsächlichen Umsetzung solcher Maßnahmen entgegenstehen. Eine hohe Gegenwartspräferenz des Konsums, und damit verbunden eine hohe Diskontrate, kann bspw. zu einem geringeren Umfang an Investitionsaktivitäten führen.⁸⁶⁶ So können die Opportunitätskosten der Kapitalverwendung als so hoch empfunden werden, dass Diskontraten nicht zu Marktzinsen, sondern in hohen zweistelligen Bereichen angesetzt werden.⁸⁶⁷ Dies führt bei den erst auf lange Sicht rentablen energetischen Sanierungsmaßnahmen zu negativen Kapitalwerten. Mit ähnlichen Folgen wirkt sich eine mögliche Risikoaversion des Investors auf die Diskontrate aus. Ist der Investor risikoavers, kann es aufgrund der Asymmetrie der Unsicherheit der zukünftigen Erträge und der Sicherheit der heutigen und zukünftigen Auszahlungen systematisch zu einer Unterschätzung der Erträge und damit zur Ablehnung energetischer Sanierungsmaßnahmen kommen.⁸⁶⁸ Investoren kann außerdem der Zugang zum Kapitalmarkt versperrt sein. Reicht das erforderliche Eigenkapital nicht aus, können energetische Sanierungen dann nicht durchgeführt werden.⁸⁶⁹ Das im Mietwohnungsbestand zu beobachtende sog. Nutzer-Investor-Dilemma kann ebenfalls die Durchführung potenziell ökonomisch rentabler energetischer Sanierungen verhindern.⁸⁷⁰ Dieses Dilemma tritt dann auf, wenn der Nutznießer einer solchen Sanierung, i. d. R. der Mieter, und der Investor, zumeist der Vermieter, keine gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen verfolgen. Gelingt es dem Vermieter nicht, den Mieter an den Kosten der Sanierungsmaßnahmen zu beteiligen, obwohl nur dieser in den Genuss verminderter Beträge auf der Heizkostenabrechnung kommt, besteht für den Vermieter nur ein geringer Anreiz, entsprechende Maßnahmen ausführen zu lassen. Energetische Sanierungen werden, wenn eine Umlage auf die

⁸⁶⁶ Vgl. *Bardt, H. et al. (2008)*: S. 9.

⁸⁶⁷ In Studien wurden Werte von über 20 % ermittelt, vgl. *RWI (2006)*: S. 11.

⁸⁶⁸ Vgl. *RWI (2006)*: S. 11.

⁸⁶⁹ Vgl. *Bardt, H. et al. (2008)*: S. 9.

⁸⁷⁰ Vgl. *Sutherland, R. J. (1996)*: S. 365.

Kaltmiete nicht möglich ist, selbst dann nicht durchgeführt, wenn sie ökonomisch vorteilhaft sind.⁸⁷¹

Der Gesetzgeber versucht, diesen bestehenden Umsetzungshindernissen mit dem Einsatz verschiedener Mittel entgegenzutreten. So bieten staatliche Institutionen eine Vielzahl von Fördermaßnahmen an, mit denen bestimmte Energieeinspartechiken und die Verwendung bestimmter erneuerbarer Energieträger subventioniert werden.⁸⁷² Um die Informationsbasis der Erwartungsbildung privater Investoren zu verbessern, fördert das *Bundesamt für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (BAFA)* mit dem Programm zur „Vor Ort Beratung“ auf Bundesebene die Inanspruchnahme von Beratungsdienstleistungen durch sog. Energieberater. Entsprechende Anbieter inspizieren dabei den energetischen Zustand eines Gebäudes und geben Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der objektspezifisch wirkungsvollsten Maßnahmen. Ebenfalls wird das „*Marktanreizprogramm*“ über das *BAFA* umgesetzt. Gefördert werden bestimmte Heizungsanlagentechniken, so etwa Biomasseheizkessel, Wärmepumpen und thermische Solaranlagen. Neben diesen Fördermaßnahmen gibt es bundesweite Kampagnen zur Veränderung des Verbraucherverhaltens, wie die „*Initiative Energieeffizienz*“ der *Deutschen Energieagentur (DENA)* und der deutschen Energiewirtschaft.⁸⁷³ Mit solchen Informationskampagnen und denen von Verbraucherzentralen der Bundesländer sollen Immobilien- und Elektrogerätenutzer für den effizienten Umgang mit Energie sensibilisiert werden.⁸⁷⁴ Um die mit einer Sanierungsmaßnahme an einem Gebäude verbundenen Belastungen und den Mehraufwand besonders energieeffizienter Immobilien beim Neubau zu reduzieren, gewährt die *Bundesregierung* über die *Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)* außerdem zinsgünstige Darlehen und Zuschüsse. Entsprechende Programme heißen u. a. „*Energieeffizient Bauen*“ oder „*CO₂-Gebäudesanierungsprogramm*“. Mit den verschiedenen Programmen werden jeweils bestimmte ausgewählte Sanierungsmaßnahmen aus den Bereichen Anlagentechnik und passiver Wärmeschutz gefördert. Je Programm steht dabei eine maximale Fördersumme bereit. Über die Absenkung der Investitionskosten soll der Investition in die energetische Sanierung zu einem positiven Kapitalwert verholfen werden.

Auf Länderebene informieren die landeseigenen Energieagenturen und Verbraucherzentralen über technische Maßnahmen; auch werden eigenständig Förderprogramme für bestimmte Energiesparmaßnahmen im Gebäudebereich aufgelegt. Zudem gibt es ebenso einige Kommunen,

⁸⁷¹ In einer Studie des *Instituts für Wohnen und Umwelt* werden verschiedene Kapitalwerte für energetische Modernisierungsmaßnahmen in selbstgenutzten Immobilien denen des vermieteten Wohnbestands gegenübergestellt. Aufgrund des sehr ausdifferenzierten deutschen Mietrechts lässt sich für letztere zwar keine allgemeingültige Aussage ableiten. Die ermittelten Werte liegen allerdings stets unter denen für selbst genutztes Eigentum, vgl. *IWU (2007)*: S. 29 ff.

⁸⁷² Eine Liste aktueller Förderinstrumente bietet das *Fachinformationszentrum Karlsruhe (FIZ)* in Zusammenarbeit mit dem *Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie* sowie der *Deutschen Energieagentur* unter: <http://www.energiefoerderung.info/>.

⁸⁷³ Siehe <http://www.initiative-energieeffizienz.de>.

⁸⁷⁴ Vgl. *RWI (2006)*: S. 9.

die Zuschüsse zu bestimmten baulichen Maßnahmen bereitstellen. Zahlreiche Verbände und Institutionen bieten darüber hinaus ebenfalls Informationen zum Thema.

Obschon eine große Anzahl an Förderinstrumenten eingesetzt wird, kommen Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass die aktuellen Förderinstrumente von Bund, Ländern und Kommunen nicht ausreichen werden, die für den Gebäudesektor formulierten klimapolitischen Ziele der deutschen *Bundesregierung* zu erreichen.⁸⁷⁵ Mit dem Ziel der Reduzierung des Energieverbrauchs kommen im Gebäudesektor neben Fördermaßnahmen daher auch Instrumente mit verpflichtendem Charakter zum Einsatz. Es werden spezielle Steuern auf den Verbrauch von Strom und Energierohstoffen erhoben, die großtechnische Energieerzeugung auf europäischer Ebene über ein Emissionshandelssystem für Treibhausgasemissionen reguliert und direkte Verhaltensanweisungen in Form von Auflagen formuliert. Vornehmlich mit letzterem Instrument werden im Gebäudesektor mögliche Hindernisse, die freiwilligen Energieeinsparungen im Wege stehen, der freiwilligen Entscheidung der Eigentümer entzogen und die Beachtung bestimmter Standards für verpflichtend erklärt, um Klimaschutzziele erreichen zu können. Zu den wichtigsten ordnungsrechtlichen Instrumenten zählen das erstmalig 1976 erlassene *Energieeinsparungsgesetz (EnEG)*, das *Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)* und die *Energieeinsparverordnung (EnEV)*.

Im Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (*EnEG*) werden Anforderungen an den Wärmeschutz von Neubauten formuliert und der Einbau effizienter Energieerzeugungsanlagen verlangt. Zudem wird hierin die *Bundesregierung* ermächtigt, entsprechende Verordnungen wie die *EnEV* zu erlassen, um Detailbestimmungen zu regeln.⁸⁷⁶ Das seit 2009 geltende Gesetz zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich (*EEWärmeG*) schreibt den Eigentümern neu zu errichtender Gebäude vor, einen bestimmten Anteil der Energieerzeugung unter Zuhilfenahme erneuerbarer Energieträger zu decken. Es listet einige Möglichkeiten auf, Energie regenerativ zu erzeugen, und bestimmt, je nach verwendeter Technik, einen anderen verpflichtend zu erreichenden Anteil an der zu Heizzwecken produzierten Gesamtenergiemenge.⁸⁷⁷

Die *Energieeinsparverordnung*, die im Folgenden exemplarisch für das zum Einsatz kommende auflagenpolitische Instrumentarium intensiver betrachtet wird, entstand im Jahr 2002 aus der Zusammenführung der *Wärmeschutzverordnung* des Jahres 1994 und der Heizungsanlagenverordnung von 1989. Ziel der *EnEV* ist es, den spezifischen Energieverbrauch in Gebäuden abzusenken, bzw. einen bestimmten Transmissionswärmeverlust, d. h. die unbeabsichtigte Abgabe von Wärmeenergie an die Gebäudeumgebung, nicht zu überschreiten.⁸⁷⁸ Abhängig vom

⁸⁷⁵ Vgl. hierzu u. a. Bardt, H. et al. (2008): S. 14, Auer, J./Heymann, E./Just, T. (2008): S. 23, Neuhoff, K. et al. (2011b): S. 9 oder DENA (2011).

⁸⁷⁶ Vgl. *EnEG* (2009).

⁸⁷⁷ Vgl. *EEWärmeG* (2011).

⁸⁷⁸ Vgl. Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 164.

Verhältnis der Außenfläche zum Volumen des umbauten Raumes wird dazu ein maximal zulässiger Energiebedarf für ein Gebäude festgelegt.⁸⁷⁹ Da verschiedene Baustoffe und verwendete Baumaterialien unterschiedliche Dämmeigenschaften und Wärmeleitfähigkeiten haben, enthält die *EnEV* entsprechend detaillierte Mindestanforderungen für einzelne Baustoffarten. Werden bspw. im Dachbereich Füllmaterialien zum Wärmeschutz verwendet, gelten unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf die Dicke der Ummantelung, je nachdem, ob es sich um Holz-, Stahl- oder Glaswolle handelt. Je nach Bauteil – Außenwände, Dach, Obergeschoßdecke, Kellerdecke oder Fenster und Türen – werden diese unterschiedlichen Anforderungen noch weiter ausdifferenziert.⁸⁸⁰ Unterschieden werden die Anforderungen an die verwendeten Materialien und die eingesetzten Heizungsanlagentechniken zudem noch danach, ob sie im Rahmen eines Neubaus oder im Rahmen der Sanierung eines Altbaus zum Einsatz kommen.⁸⁸¹ Werden Gebäude neu errichtet oder werden bestimmte Veränderungen an der bestehenden Bausubstanz vorgenommen, sind die in der *EnEV* formulierten zum Teil sehr ambitionierten Mindestanforderungen an den Wärmeschutz und die Anlagentechnik verpflichtend zu beachten.⁸⁸² Auch wenn keine baulichen Änderungen vorgenommen werden, sind für den Gebäudebestand bestimmte ausgewählte energetische Sanierungsmaßnahmen in Form von Nachrüstungsverpflichtungen vorgesehen.⁸⁸³ Gerade im Gebäudebestand, der, wie dargestellt, ein großes CO₂-Vermeidungspotenzial besitzt, gibt es jedoch nur einige wenige Verpflichtungen, die zudem als höchst unsystematisch in Bezug auf ihre klimapolitische Ausrichtung zu bezeichnen sind. Hier scheinen andere als ökologische Überlegungen für die Ausformulierung der Vorschriften ausschlaggebend gewesen zu sein. So ist es beispielsweise seit dem 01.01.2007 verboten, bestimmte mit Gas oder Erdöl befeuerte Wohnungsheizungen zu betreiben, die vor dem 01.10.1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, insofern es sich dabei nicht um Niedertemperatur- oder Brennwertkessel handelt.⁸⁸⁴ Regelungen bzgl. ähnlich alter Anlagen für die besonders emissionsintensiven Kohleöfen sucht man hingegen vergebens. Seit Inkrafttreten der *EnEV* im Jahr 2009 gelten zudem erstmals Auflagen, in denen die Eigentümer von Bestandsimmobilien dazu verpflichtet werden, Wärmedämmungsmaßnahmen vorzunehmen. Die Verpflichtung greift immer dann, wenn ein Außenbauteil eines Gebäudes bearbeitet wird – etwa das Dach oder eine Außenwand – und die zu bearbeitende Fläche des entsprechenden Außenbauteils mehr als 10 % der Gesamtfläche des Außenbauteils ausmacht.⁸⁸⁵

⁸⁷⁹ Vgl. Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 164.

⁸⁸⁰ Vgl. IWU (2007): S. 4 ff.

⁸⁸¹ Vgl. hierzu beispielhaft Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 168 f.

⁸⁸² Vgl. Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 172 ff.

⁸⁸³ Vgl. Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 182.

⁸⁸⁴ Vgl. *EnEV* (2009): § 10 Abs. 1.

⁸⁸⁵ Vgl. *EnEV* (2009): § 9.

Als Problem gestaltet sich in *Deutschland* die Sicherstellung der Einhaltung der auflagentechnischen Regelungen der *EnEV*. Es wird geschätzt, dass es in bis zu 35 % aller durchgeführten Baumaßnahmen nicht zur Befolgung der in der *EnEV* formulierten Vorschriften kommt.⁸⁸⁶ Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die *EnEV*, bis zu ihrer Novellierung im Jahr 2009, keine Regelungen enthielt, mit denen die Einhaltung der Auflagen sichergestellt werden sollte. Der Eigentümer hatte lediglich dann ordnungsrechtliche Konsequenzen zu fürchten, wenn die Nichteinhaltung der *EnEV*-Vorschriften zufällig entdeckt worden wäre. Da den Ordnungsbehörden aber die Art und die Anzahl regulierungsrelevanter Immobiliensanierungen weder bekannt ist, noch eindeutig geregelt wurde, wer im Sinne der Verordnung entsprechende Überprüfungen vorzunehmen hat, ist die Wahrscheinlichkeit, bei der Nicht-Einhaltung der Regelungsvorschriften entdeckt zu werden, äußerst gering.

Um die Anreize zur Einhaltung der Regulierungen für sämtliche Beteiligten von Sanierungsmaßnahmen zu erhöhen, werden neben den Eigentümern seit 2009 auch andere Personen für die Nicht-Einhaltung entsprechender Vorschriften haftbar gemacht. Wer Arbeiten zur energetischen Sanierung an Gebäuden vornimmt oder beauftragt ist, allgemeine Sanierungen an einem Gebäude durchzuführen, wird seit der Novellierung der *EnEV* in 2009 dazu verpflichtet eine sog. „Unternehmererklärung“ abzugeben. Darin versichert der Auftragnehmer, dass er bei seinen Arbeiten die gesetzlichen Regelungen der *EnEV* berücksichtigt hat.⁸⁸⁷ Trifft die abgegebene Erklärung nicht zu, kann der Unternehmer sanktioniert und zu einer Strafzahlung verurteilt werden.⁸⁸⁸ Seit Novellierung der *EnEV* in 2009 werden zudem die Vertreter des Schornsteinfegergewerbes zur Wahrnehmung einiger ausgewählter Überwachungsaufgaben verpflichtet. So kommt den Bezirksschornsteinfegern die Aufgabe zu, im Rahmen der von ihnen turnusmäßig vorgenommenen sog. Feuerstättenschau, zu überprüfen, ob die in der *EnEV* geforderten Nachrüstverpflichtungen für bestimmte, aufgelistete Anlagentypen eingehalten werden, und ob die dort geforderten Wärmedämmungsmaßnahmen an Rohrleitungen vorgenommen worden sind.⁸⁸⁹ Sie haben außerdem zu kontrollieren, ob die in der *EnEV* aufgelisteten, und weiter oben bereits erwähnten, Heizungsanlagen, deren Betrieb seit dem 01.01.2007 verboten ist, tatsächlich nicht mehr betrieben werden.⁸⁹⁰ Ob mithilfe dieser Regelungen das Vollzugsdefizit tatsächlich behoben werden kann, ist fraglich. Schließlich betreffen diese technischen Kontrollen nur einige ausgewählte Anlagen und Gebäudebauteile. Sollten die Überwachungsaufgaben der Bezirksschornsteinfeger hingegen auf weitere Gebäudebestandteile und Anlagen ausgeweitet werden, könnte erwartet werden, dass vermehrt Nichteinhaltungen der *EnEV*-Vorschriften ent-

⁸⁸⁶ Vgl. Weiß, J./Vogelpohl, T. (2010): S. 19.

⁸⁸⁷ Vgl. *EnEV* (2009): § 26a.

⁸⁸⁸ Vgl. Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 171.

⁸⁸⁹ Vgl. *EnEV* (2009): § 26b.

⁸⁹⁰ Vgl. Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 171.

deckt würden, und das Vollzugsdefizit könnte behoben werden. Eine solche Entwicklung aber wäre nach Meinung des Autors kaum erstrebenswert. Die Einrichtung eines umfassenden Überwachungssystems würde nämlich nicht nur zeitaufwändig und mit hohen direkten Kontrollkosten verbunden sein. Die im Rahmen der Kontrollen erforderlichen Wohnraumbegehungen, Dichtigkeitsmessungen von Gebäuden, Entnahmen von Materialproben u. v. a. m. würden auch tief in den privaten Lebensbereich der regulierten Wirtschaftssubjekte hineinwirken und individuelle Freiheitsrechte beschneiden. Es ist kaum vorstellbar, dass die Menschen in *Deutschland* eine so weitreichende Überwachung des persönlichen Lebensumfelds zum Zwecke des Klimaschutzes akzeptieren würden. Ohne eine solche Überwachung aber bliebe das Vollzugsdefizit der herrschenden Auflagenregulierung bestehen. Damit aber ist die ökologische Effizienz einer Ausweitung der Auflagenregulierung auf den Gebäudebestand grundsätzlich in Frage zu stellen.

Ein weiteres Problem stellen aus ökologischer Sicht die weitreichenden Ausnahmeregelungen von den im Gesetz aufgelisteten Nachrüstungsverpflichtungen dar. Wird etwa ein Wohngebäude mit bis zu zwei Wohneinheiten auch vom Eigentümer selbst bewohnt, finden die Vorschriften bzgl. der Nachrüstungsverpflichtung im Gebäudebestand keine Anwendung. Die Befreiung von der Sanierungspflicht endet erst mit einem Eigentümerwechsel.⁸⁹¹ Solange dieser nicht stattfindet, hat die *EnEV* in dieser Hinsicht keine Gültigkeit für den vor dem Jahr 2002 errichteten Wohngebäudebestand an Ein- und Zweifamilienhäusern; dabei entfallen auf diese Gebäudeart nahezu 50 % der gesamten Wohnraumfläche in der *Bundesrepublik*. Während beim Bau der zwischen 1978 und 2001 errichteten Gebäude noch die jeweiligen Vorschriften der *EnEV*-Vorläuferregelungen beachtet werden mussten, gilt für den davor errichteten Bestand an Ein- und Zweifamilienhäusern, der immerhin knapp 30 % aller bestehenden Wohngebäude ausmacht,⁸⁹² keinerlei gesetzliche Regelung zum Energieverbrauch.⁸⁹³ Zur Erreichung bundesweiter und sektorbezogener klimapolitischer Ziele ist es wenig förderlich, einen so großen Teil des Gebäudebestands von der Regulierung auszunehmen. Auch eine weitere Ausnahmeregelung ist in dieser Hinsicht wenig zielführend. Energetische Sanierungen sind nämlich dann nicht zwingend durchzuführen, wenn sich die Investitionen nicht innerhalb eines „angemessenen“ Zeitraums für den Investor rechnen.⁸⁹⁴ Dies ist im Bereich vermieteter Wohnobjekte häufig der Fall. Das bereits vorgestellte Investor-Nutzer-Dilemma wird im Rahmen der auflagenpolitischen Regulierung demnach nicht gelöst, es besteht weiterhin und kann paradoxerweise erfolgreich als Ausnahmetatbestand angeführt werden, der von energetischen Sanierungspflichten befreit. Damit

⁸⁹¹ Für Ausnahmen von der Nachrüstverpflichtung siehe *EnEV* (2009): § 10 Abs. 5.

⁸⁹² Vgl. Auer, J./Heymann, E./Just, T. (2008): S. 20.

⁸⁹³ Ein- und Zweifamilienhäuser zeichnen sich zudem im Vergleich mit allen anderen Wohngebäudetypen durch den höchsten flächenspezifischen Energieverbrauch aus. Der Mittelwert liegt bei 250 kWh/m². Die ermittelten Durchschnittsverbräuche streuen allerdings sehr stark von 115 - 460 kWh/m², vgl. RWI (2006): S. 8.

⁸⁹⁴ Vgl. Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 182 und *EnEV* (2009): § 25.

bleibt ein aus volkswirtschaftlicher Sicht vergleichsweise günstiges Potenzial zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen, nämlich die energetische Sanierung vermieteter Altbauten, ungenutzt.

Auch die einleitend erwähnte Konzentration des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes auf die Steigerung der Energieeffizienz ist mit Problemen behaftet. Sie ist nämlich nicht in jedem Fall dazu geeignet, klimapolitische Ziele zu erreichen. Von Energieeffizienzsteigerungen kann nämlich der sog. Rebound-Effekt ausgehen. Damit wird das Phänomen bezeichnet, dass von Energieeffizienzsteigerungen nicht ausschließlich rückläufige Energieverbräuche ausgelöst werden, sondern es in deren Folge auch zu einer Ausweitung der energieverbrauchenden Aktivitäten kommen kann.⁸⁹⁵ Der Rebound-Effekt beschreibt bestimmte Anpassungsreaktionen der Nutzer einer Energie verbrauchenden Anlage, die nach erfolgreich durchgeführten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zu einer anderweitigen Ausdehnung des Energieverbrauchs führen. Dabei treten direkte, unmittelbar vom Anlagennutzer ausgelöste Rebound-Effekte auf, und indirekte, die nur in einer volkswirtschaftlichen Gesamtbetrachtung erfasst werden können.⁸⁹⁶ Bei den direkten Rebound-Effekten wird zwischen einem Einkommenseffekt und einem Substitutionseffekt unterschieden.⁸⁹⁷ Erhöht sich bspw. die Effizienz einer Heizungsanlage besteht der Einkommenseffekt darin, dass der Energieverbrauch infolge der effektiv günstigeren Energieproduktion je in Anspruch genommener Menge Wärmeenergie ausgeweitet wird. So wird ein höheres Raumklima gewählt oder länger gelüftet.⁸⁹⁸ Wird die bislang gewählte Raumtemperatur nach dem Einbau einer effizienteren Heizungsanlage beibehalten, aber das gesparte Einkommen zur Ausdehnung anderer Aktivitäten verwendet, welche die Emission von Treibhausgasen bewirken, tritt der Substitutionseffekt auf. Statt also insgesamt weniger Energie zu verbrauchen, kann es infolge von Energieeffizienzsteigerungen zu Anpassungsreaktionen der Wirtschaftssubjekte kommen, die einer klimapolitischen Zielerreichung nicht zuträglich sind: Es wird schneller gefahren, ein größeres Auto angeschafft, häufiger heiß geduscht oder intensiver geheizt.

In empirischen Untersuchungen wird der direkte Rebound-Effekt als eine reale Nachfrage-reaktion auf geringere spezifische Energiebedarfe einzelner Konsumanwendungen bestätigt.⁸⁹⁹ Im Verkehrssektor liegt der Effekt bei 10 - 30 %.⁹⁰⁰ Im Gebäudesektor beträgt der Effekt im Durchschnitt 30 %, wobei sich die Untersuchungen insbesondere auf den Energieverbrauch in

⁸⁹⁵ Vgl. *Greening, L. A. et al. (2000)*: S. 389.

⁸⁹⁶ Auf lediglich die zuerst genannten direkten Effekte bezieht sich die grundlegende Arbeit von *Khazzoum, J. D. (1980)*.

⁸⁹⁷ Vgl. *Sorell, S. (2007)*: S. 19.

⁸⁹⁸ Vgl. *RWI (2006)*: S. 18.

⁸⁹⁹ Vgl. *Sorell, S. (2007)*: S. 87.

⁹⁰⁰ Vgl. *Greening, L. A. et al. (2000)*: S. 394.

Haushalten beziehen.⁹⁰¹ Die ermittelten Rebound-Quoten zeigen, dass durchgeführte Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zwar ökologisch positiv zu beurteilende Effekte auslösen, es aber gesamtwirtschaftlich nicht in der politisch beabsichtigten Höhe zu einem Rückgang des absoluten Energieverbrauchs kommt.⁹⁰²

Neben den relativ gut messbaren direkten Effekten müssen im Rahmen der Diskussion um die Klimawirksamkeit von Energieeffizienzsteigerungen zudem indirekte, sektorübergreifende Marktreaktionen betrachtet werden. Bevor besonders energieeffiziente Anlagen und Wärmedämmstoffe verbaut werden, sind diese zunächst an anderer Stelle des Wirtschaftskreislaufes zu produzieren. Da dies regelmäßig nur mit dem Einsatz von Energie gelingt, verringert sich die Gesamtmenge eingesparter Energiemengen.⁹⁰³

Kommt es in der industriellen Produktion zu Effizienzsteigerungen in der Energienutzung, kann es gelingen, günstiger zu produzieren. Auf Basis der entsprechend geringeren Produktionskosten könnten die Absatzmengen ausgeweitet werden. Einzelne Energieeffizienzsteigerungen können demnach zu weitreichenden Anpassungen von relativen Preisen und Nachfragemengen führen. Würden infolge dessen energieintensive Produkte stärker im Preis fallen als andere, ist es möglich, dass es gesamtwirtschaftlich zu einer Nachfrageverschiebung hin zu energieintensiven Produkten kommt.⁹⁰⁴ Da Energiekosten im Durchschnitt jedoch nur 3 % des Preises eines Endproduktes ausmachen, wird diesem Effekt zumeist nur eine geringe Bedeutung beigemessen.⁹⁰⁵ Allerdings gibt es zurzeit nur wenige qualitativ hochwertige Studien, die wissenschaftliche Standards einhalten, so dass eine empirische Einschätzung der Problematik derzeit kaum möglich ist.⁹⁰⁶ Mithilfe allgemeiner Gleichgewichtsmodelle wird versucht, das gesamte Ausmaß von direkten und indirekten Rebound-Effekten zu bestimmen. Ermittelt werden durchschnittliche Rebound-Effekte von etwa 50 %. Insgesamt ist aber die Anzahl entsprechender Modellrechnungen auch hier relativ klein, was den Informationsgehalt der ermittelten Ergebnisse schmälert.⁹⁰⁷ Um das Ausmaß der Rebound-Effekte besser abschätzen zu können, besteht sowohl empirisch als auch theoretisch weiterhin Forschungsbedarf. Insgesamt lässt sich jedoch die auf politischer Ebene häufig vorgebrachte Behauptung, die Rebound-Effekte seien zu gering, um berücksichtigt zu werden, nicht stützen.⁹⁰⁸

Ohne in einen allgemeinen mengenpolitischen Rahmen eingebettet zu sein, das machen die Erläuterungen zum Rebound-Effekt deutlich, ist die Steigerung der Energieeffizienz kein

⁹⁰¹ Vgl. Greening, L. A. et al. (2000): S. 394.

⁹⁰² Vgl. Sorell, S. (2007): S. 87.

⁹⁰³ Vgl. Sorell, S. (2007): S. 41.

⁹⁰⁴ Vgl. Sorell, S. (2007): S. 44.

⁹⁰⁵ Vgl. Sorell, S. (2007): S. 45.

⁹⁰⁶ Vgl. Sorell, S. (2007): S. 50.

⁹⁰⁷ Vgl. Sorell, S. (2007): S. 60.

⁹⁰⁸ Vgl. Sorell, S. (2007): S. 87.

zielkonformes klimapolitisches Instrument. Erst, wenn auf nationaler Ebene eine zulässige Gesamtmenge an Treibhausgasemissionen festgelegt ist, stellen Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz eine zielkonforme Alternative zur Umstellung des Energieerzeugungssystems auf kohlenstoffarme Energieträger dar.⁹⁰⁹ Das Ziel, eine bestimmte Energieeffizienz zu erreichen, ist im Rahmen der Durchführung von ökologisch wirksamer Klimapolitik irrelevant. Hier kommt es ausschließlich auf die Reduzierung der Immissionsmengen von Treibhausgasen in die Atmosphäre an. Das derzeitige Vorgehen, mit politischen Mitteln insbesondere eine Steigerung der Energieeffizienz herbeiführen zu wollen, ist daher abzulehnen.

5.1.4 Das Erfordernis einer instrumentellen Neuausrichtung

Tatsächlich kann man, trotz des Anstieges der Wohnfläche und der Anzahl der Haushalte, seit dem Jahr 2000 einen rückläufigen Wärmeenergiebedarf im Gebäudesektor feststellen. Ursache dafür ist ein relativ stark gesunkener spezifischer Energieverbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche um über 21 % bis zum Jahr 2009.⁹¹⁰ Die meisten Fälle durchgeführter energetischer Sanierungen im Gebäudebestand wurden dabei mit Wirtschaftlichkeitsüberlegungen begründet.⁹¹¹ Ob dies an dem eingesetzten politischen Instrumentarium zur Energieeffizienzsteigerung und Klimazielerfüllung liegt oder an den seit dem Jahr 2000 allein bis zum Jahr 2009 um rund 64,5 % stark gestiegenen Verbraucherpreisen für Wärmeenergie kann nicht eindeutig beantwortet werden.⁹¹² Einen gewissen Erfolg wird man den politischen Maßnahmen aber nicht absprechen können, denn immerhin sind beim Neubau von Gebäuden sehr strenge klimapolitisch motivierte Auflagen einzuhalten. Zudem lässt sich nachweisen, dass von den bestehenden Fördermaßnahmen ein gewisser Impuls ausgeht. Mit steigender Inanspruchnahme von Fördergeldern steigt auch der Umfang der energetischen Sanierungsmaßnahmen.⁹¹³

Insgesamt reichen die bisher eingesetzten politischen Instrumente allerdings nicht aus, um die hoch gesteckten klimapolitischen Ziele in *Deutschland* zu verwirklichen.⁹¹⁴ Dies gilt auch

⁹⁰⁹ Insofern ist auch ein mengenpolitischer Ansatz zur Steigerung der Energieeffizienz zu beurteilen, der nach dem Credit and Trade-System funktioniert. Mit der Festlegung einer bestimmten Menge einzusparender Energiemengen, einer Gruppe handlungspflichtiger Wirtschaftssubjekte und der Gewährung der Möglichkeit, die entsprechenden Einsparziele nicht selbst erfüllen zu müssen, lässt sich auch das Ziel, die Energieeffizienz zu erhöhen, mit einem effizienten Instrument erreichen. Aber auch ein Handelssystem mit solchen „weißen Zertifikaten“ ist aus denselben Gründen im Rahmen der Klimapolitik als ökologisch nicht zielkonform einzuordnen. Vgl. für die Vorstellung eines solchen Ansatzes und für einen Erfahrungsbericht *RWI (2006)*: S. 14 f.

⁹¹⁰ Vgl. *Statistisches Bundesamt (2009)*.

⁹¹¹ Vgl. *Novikova, A. et al. (2011)*: S. 10.

⁹¹² Vgl. *Statistisches Bundesamt (2009)*.

⁹¹³ Vgl. *Novikova, A. et al. (2011)*: S. 11.

⁹¹⁴ Vgl. *UBA (2011b)*: S. 10.

für den Gebäudesektor.⁹¹⁵ Das im Gebäudesektor vorhandene große Potenzial bei der Vermeidung von Treibhausgasemissionen wird insgesamt nicht gehoben, obwohl Vermeidungsmaßnahmen in erheblichem Umfang wirtschaftlich rentabel umgesetzt werden könnten. In mehr als der Hälfte der derzeit durchgeführten Sanierungen findet bspw. eine Berücksichtigung wärmeschutztechnischer Überlegungen überhaupt nicht statt. Zudem verbauen viele Eigentümer von Immobilien auch heute noch Heizanlagen, die nicht dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Da Sanierungsarbeiten an Gebäuden üblicherweise in einem Turnus von Jahrzehnten erfolgen und Heizungsanlagen durchaus 30 Jahre und länger betrieben werden können, wirkt sich jede Sanierung oder Neuanschaffung einer Heizungsanlage, bei der eine Berücksichtigung energetische Optimierung unterbleibt, für Jahrzehnte auf die Verbrauchsmengen von fossilen Brennstoffen aus. Weil sich energetische Maßnahmen aber zumeist nur im Rahmen allgemeiner Sanierungen wirtschaftlich rechnen, führt dies dazu, dass auf nationaler Ebene große, relativ kostengünstige Vermeidungspotenziale auf lange Sicht ungenutzt bleiben werden.⁹¹⁶

Dass die ambitionierten klimapolitischen Ziele im Gebäudesektor voraussichtlich nicht erreicht werden, liegt in Deutschland vornehmlich an dem gewählten dirigistischen Auflagenansatz, der in allen relevanten Beurteilungskategorien den marktkonformen Regulierungsansätzen unterlegen ist.⁹¹⁷ Die ebenfalls angewandten Instrumente zur Beeinflussung des Verhaltens der Marktakteure, wie etwa Informationsbereitstellung und Subventionierung, haben gegenüber den Auflagen zwar den Vorteil, nicht in die persönliche Entscheidungsfreiheit der Marktakteure einzugreifen; ihre derzeitige Ausgestaltungsart und ihr Umfang führen allerdings, wie dargestellt, nur zu einem begrenzten Beitrag zur Erreichung klimapolitischer Ziele. Mit keinem der für den Gebäudesektor ausgewählten Ansätze kann ein bestimmter Beitrag zur Erreichung eines nationalen Klimaschutzziels sichergestellt werden: So kann die Beseitigung von Informationsasymmetrien zwar die Funktionsfähigkeit des Marktes für energetische Sanierungen verbessern. Anreizprobleme, die sich aufgrund des Kollektivgutcharakters von Sanierungsmaßnahmen für die klimapolitische Zielerreichung ergeben, lassen sich damit aber nicht lösen. Die Gewährung von Subventionen ist als preispolitische Maßnahme zwar grundsätzlich effizienter als eine Auflagenpolitik, die in *Deutschland* gewählten Formen, wie etwa das „Marktanreizprogramm“, können den technischen Fortschritt aber auch behindern. Es wird damit nämlich lediglich die Verbreitung wohl definierter, staatlicherseits ausgewählter, bereits entwickelter Techniken vorangetrieben. Die übermäßig starke Ausrichtung auf die Steigerung der Energieeffizienz, ohne diese

⁹¹⁵ Vgl. *Neuhoff, K. et al. (2011a)*: S. 11, *Diefenbach, N. et al. (2010)*: S. 12 oder *Messari-Becker, M. (2006)*: S. 7.

⁹¹⁶ Vgl. *Weiß, J./Vogelpohl, T. (2010)*: S. 7. Bei den vor 1978 errichteten Gebäuden, die, wie dargestellt, das größte Vermeidungspotenzial bei einer Komplettisanierung bieten, würde die Beibehaltung der derzeitigen energetischen Sanierungsrate von rund 1,1 % dazu führen, dass erst im Jahr 2075 sämtliche Gebäude energieeffizient saniert wären. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010)*: S. 12.

⁹¹⁷ Vgl. Kap. 4.2.

in ein mengenpolitisches Geflecht einzubinden und die beispielhaft aufgeführten Ausnahmen von der Auflagenregulierung machen darüber hinaus die fehlende Zielkonformität der ausgewählten Regulierungsansätze und deren Konzeptionslosigkeit besonders deutlich.

Wirkungsprognosen des *Umweltbundesamtes* zeigen, dass es unwahrscheinlich erscheint, das mittelfristige klimapolitische Ziel einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um -40 % gegenüber 1990 bis zum Jahr 2020 zu erreichen. Bei derzeitigem Instrumenteneinsatz wird, den aktuellen Prognosen des *Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie* und des *Umweltbundesamtes* zufolge, eine maximal mögliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen um bis zu 35 % erwartet.⁹¹⁸ Die von der *Bundesregierung* im Jahr 2010 angestoßenen, verstärkten Bemühungen, den Energieverbrauch im Gebäudesektor zu reduzieren, zeigen, dass die besondere Bedeutung, die der Gebäudesektor bei der Erreichung der nationalen Klimaschutzziele spielen kann, von politischer Seite erkannt worden ist.⁹¹⁹ Die damit einhergehende intensivere Berücksichtigung des Potenzials erneuerbarer Energieträger im Bereich der Wärmeversorgung, statt der übermäßig starken Konzentration auf Energieeinsparmaßnahmen, könnte einen substanziellen Beitrag zur Erreichung von Klimazielen erbringen. Doch anstatt die Einbeziehung dieses technischen Entwicklungspotenzials zu einem methodischen Wechsel bei der Regulierung des Gebäudesektors genutzt zu haben, kommen seitdem weiterhin dirigistische und wenig zielkonforme Regulierungsmethoden zum Einsatz.⁹²⁰ So bleiben trotz anderslautender Bekenntnisse auf politischer Ebene die Fragen weiterhin unbeantwortet, wie es gelingen könnte, die großen kostengünstigen Energieeinsparmöglichkeiten im Gebäudesektor zu nutzen und die erheblichen Potenziale in Bezug auf die Reduktion von Treibhausgasemissionen zur Erreichung nationaler Klimaschutzziele zu erschließen.

Aufgrund der Ineffizienz, Konzeptionslosigkeit und fehlenden Flexibilität der derzeitigen klimapolitischen Regulierung im Gebäudesektor, ist es angebracht, über eine Neuausrichtung des Instrumenteneinsatzes nachzudenken. Eine wirksame Regulierung müsste viel stärker auf die Erreichung ökonomischer, ökologischer und dynamischer Effizienz ausgerichtet sein. Auch sollten der Einfluss des Verhaltens der Immobiliennutzer und mögliche Rebound-Effekte berücksichtigt

⁹¹⁸ Vgl. *UBA (2011b)*: S. 11.

⁹¹⁹ Vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 22 f.

⁹²⁰ Informationen hierzu sind dem, auch im Jahr 2014 noch gültigem, Energiekonzept der deutschen *Bundesregierung* aus dem Jahr 2010 zu entnehmen. Unter anderem sind folgende Maßnahmen im Energiekonzept vorgesehen: Einführung eines Energieverbrauchsstandards für den Gebäudebestand ab 2020, Fortführung des „CO₂-Gebäudesanierungsprogramms“, d. h. Subventionierung ausgewählter technischer Maßnahmen, Ausweitung des „Marktanreizprogramms“ zur Förderung des Einsatzes von erneuerbaren Energien im Wärmemarkt., Auflegung eines Förderprogramms Energetische Städtebausanierung, aufkommensneutrale Ausrichtung bestehender Steuersätze auf Brennstoffe nach dem spezifischen CO₂-Gehalt, Einnahme einer „Vorbildfunktion“ durch die *Bundesregierung*, indem bundeseigene Gebäude und Liegenschaften verstärkt energetisch saniert werden. Vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 23.

werden.⁹²¹ Eine in diesem Sinne wirksame Regulierung wäre möglich, wenn im Gebäudesektor anstelle des bisherigen klimapolitischen Instrumenteneinsatzes ein Emissionshandelssystem eingeführt würde. Ein Entwurf, wie ein praktikables und funktionsfähiges Emissionshandelssystem im Gebäudesektor aussehen könnte, wird im Folgenden präsentiert.

5.2 Rahmenbedingungen für ein funktionsfähiges Cap and Trade-System

Nach der Abgrenzung des Gebäudesektors von anderen Sektoren wirtschaftlicher Aktivität, der Vorstellung des Vermeidungspotenzials sowie des Status quo der klimapolitischen Regulierung wird im Folgenden gezeigt werden, dass die Etablierung des mengenpolitischen Cap and Trade-Systems im Gebäudesektor auf Ebene der Emittenten von Treibhausgasen technisch möglich und praktikabel umsetzbar ist.⁹²² Die erfolgreiche Etablierung eines solchen Systems und die Ausschöpfung der bislang ungenutzten Effizienzpotenziale im Gebäudesektor hängen allerdings von den konkreten gesetzten Rahmenbedingungen des Instrumenteneinsatzes und von der Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften des zu regulierenden Sektors ab.⁹²³ Daher stehen die institutionellen Ausgestaltungsoptionen, die bei Etablierung eines Emissionshandelssystems zur Verfügung stehen, im Mittelpunkt der weiteren Betrachtung.⁹²⁴ Damit die Idee des Emissionsrechtehandels zur Regulierung von Treibhausgasemissionen innerhalb des Gebäudesektors praxisgerecht umgesetzt werden kann, werden zunächst folgende grundlegende Fragen geklärt:⁹²⁵

⁹²¹ Vgl. Levine, M. et al. (2007): S. 394.

⁹²² Ein Ersatz des bisherigen Instrumenteneinsatzes im Klimaschutz könnte aus Effizienzgründen angebracht sein, insofern die Einrichtung eines Handelssystems praktikabel ist und die entstehenden Transaktionskosten nicht absehbar prohibitiv hoch ausfallen werden. Vgl. Brockmann, K. et al. (2000): S. 4 i. V. m. S. 13.

⁹²³ Vgl. Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 730 und Lambrecht, U. et al. (2003): S. 81.

⁹²⁴ Kurz gefasst möchte der Autor damit einer Aufforderung von Maureen Cropper und Wallace Oates nachkommen: „Economists must be ready to get their hands dirty“, Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992): S. 731. Gegenstand der Betrachtung ist die praktische Durchführbarkeit eines Handelssystems im Gebäudesektor. Damit soll der Nachweis erbracht werden, dass die Etablierung dieses, dem Status quo aus Effizienzgründen überlegenen, Instrumentariums möglich ist. Hinreichend für eine Einführung ist die Argumentation indes nicht. Für eine tatsächliche erfolgreiche Implementierung muss neben einer höheren Effizienz auch die politische Durchsetzbarkeit des Instrumentariums gewährleistet sein. Vgl. für diese Feststellung bereits Zeckhauser, R. (1981): S. 235. Solche polit-ökonomischen Fragestellungen stehen allerdings nicht im Fokus der Betrachtung, sondern werden im weiteren Verlauf lediglich an geeigneten vereinzelt Stellen zur Sprache gebracht. Für eine vertiefende Aufarbeitung des Themenkomplexes der politisch-gesellschaftlichen Akzeptanz von Emissionshandelssystemen siehe Rudolph, S. (2005).

⁹²⁵ Mit der Beantwortung der folgenden Fragen, werden diejenigen Rahmenbedingungen bestimmt, die als Kernelemente zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit eines Emissionshandelssystems gelten. Vgl. hierfür bspw. Petrick, K. (2003): S. 87, Lambrecht, U. et al. (2003): S. 50 ff., Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 45, Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998): S. 151, Wit, R. et al. (2005): S. 51, Junkernheinrich, M. (1998): S. 212, Heister, J. et al. (1991): S. 55 ff. oder Tietenberg, T. H. (2006): S. 192 ff.

- Welches Emissionsziel soll erreicht werden?
- Welche Emissionen könnte das Handelssystem umfassen?
- Wer soll dazu verpflichtet werden, für emittierte Mengen Treibhausgase Emissionsberechtigungen vorhalten zu müssen?
- Wie sollen die Emissionsberechtigungen ausgestaltet werden?

Anhand dieser Fragen werden konkrete Ausgestaltungsmöglichkeiten diskutiert, über die ein sektoraler Cap and Trade-Ansatz notwendigerweise verfügen muss, um funktionsfähig, zielkonform und kosteneffizient zu sein. Aufgrund der Anzahl einzubeziehender Akteure, wird ein besonderes Augenmerk auf die Umsetzbarkeit und die Transaktionskosten gelegt, die mit der Etablierung eines solchen Handelssystems einhergehen könnten. D. h., im weiteren Verlauf sind sektorale Besonderheiten und technische, wirtschaftliche und praktische Überlegungen zu beachten.⁹²⁶

5.2.1 Emissionsmengenbegrenzung für den Gebäudesektor

Ökologisch effizient ist es, den sektorspezifischen mengenpolitischen Instrumenteneinsatz als Cap and Trade-Ansatz auszugestalten.⁹²⁷ Innerhalb eines solchen Systems für Emissionsrechte wird eine insgesamt zulässige Menge an Treibhausgasemissionen festgelegt, die in dem Sektor insgesamt emittiert werden darf. Gehandelt werden in dem System verbriefte Anteile am gesamten sektoralen Emissionsbudget. Individuelle Emissionsmengenbegrenzungen werden nicht formuliert. Auf individueller Ebene greift lediglich die Pflicht zur Berichterstattung von Emissionsmengen und zur Vorlage von Emissionsberechtigungen für emittierte Schadstoffmengen.⁹²⁸ Ein solcher Ansatz hat unmittelbar die Absenkung einer bestimmten Umweltbelastung in einem Ökosystem innerhalb eines definierten Zeitraumes zum Ziel.⁹²⁹

Absolute Reduktionsziele für Treibhausgasemissionen werden in Deutschland in den *Nationalen Allokationsplänen* festgelegt, die im Rahmen der Umsetzung des *Europäischen Emissi-*

⁹²⁶ Vgl. Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 102.

⁹²⁷ Für eine Beschreibung der Funktionsweise dieses umweltökonomischen Instruments und eine Analyse der Effizienzvorteile eines Cap and Trade-Handelssystems gegenüber anderen Formen der Regulierung siehe Kap. 4.2.

⁹²⁸ Vgl. Tietenberg, T. H. (2006): S. 192. Diesem Prinzip folgend ist u. a. das *Europäische Emissionshandelssystem* aufgebaut. Als die ersten, nach diesem Prinzip arbeitenden, Handelssysteme gelten das US-amerikanische, zur Reduktion von Schwefeldioxid-Emissionen eingeführte *Acid Rain-Programm* (ARP) aus dem Jahr 1995 und das in Kalifornien zur Regulierung von Schwefel- und Stickoxiden etablierte „*RECLAIM*“-Programm aus dem Jahr 1994. Vgl. Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998): S. 150. Beiden Programmen wird eine wichtige Vorreiterrolle für das *Europäische Emissionshandelssystem* zugeschrieben. Vgl. Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998): S. 150.

⁹²⁹ Vgl. Junkernheinrich, M. (1998): S. 212 f.

onshandelssysteme aufzustellen sind.⁹³⁰ Zur Zeit der Durchführung der ersten Handelsphase von 2005 - 2007 war für die beiden Sektoren Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ein mit dem Verkehrssektor gemeinsames Minderungsziel vorgesehen. D. h., ein allein auf den Gebäudesektor, der sich, wie dargestellt, aus den Sektoren Haushalte und Gewerbe Handel, Dienstleistungen zusammensetzt, bezogenes Emissionsziel gab es in diesem Zeitraum nicht.⁹³¹ Der gemeinsame Cap für diese Sektoren, die auch als sog. Nichthandelssektoren bezeichnet werden, ergab sich aus dem Residuum, das nach Festlegung des Emissionsbudgets für das *Europäische Emissionshandelssystem* verblieb.⁹³² Im Rahmen der Aufstellung des zweiten *Nationalen Allokationsplanes* für die Handelsperiode 2008 - 2012 wurden die Emissionsziele für die Nicht-Handelssektoren festgelegt, indem die Umsetzung sektorspezifischer Minderungsmaßnahmen unter Angabe der beabsichtigten Minderungen an Treibhausgasemissionen in Tonnen angegeben wurden.⁹³³ Für die Zeit nach dem Jahr 2012 hat die *Bundesregierung* zeitraumbezogene, im Umfang abnehmende, absolute Emissionsmengenbudgets für den Gebäudesektor bestimmt. So sollen der Wärmeenergiebedarf des Gebäudesektors bis zum Jahr 2020 um bis zu 20 % und bis zum Jahr 2050 der gesamte Primärenergiebedarf des Sektors stufenweise auf bis zu 80 % gegenüber dem Niveau des Jahres 2008 reduziert werden.⁹³⁴ Die ab diesem Zeitpunkt benötigten Restenergiemengen sollen fast ausschließlich durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger erzeugt werden. Die Realisierung eines in diesem Sinne „klimaneutralen“ Gebäudesektors ist als eines der Teilziele der bis zum Jahr 2050 ausgerichteten Klimapolitik der *Bundesregierung* ausgewählt worden.⁹³⁵ Dieser sehr ehrgeizige Plan sieht somit vor, dass bis zum Jahr 2050 die Kohlendioxidemissionen innerhalb des Gebäudesektors auf null abgesenkt werden sollen. Da bis zum Jahr 2050 der gesamte Primärenergiebedarf in *Deutschland* lediglich um 50 % ggü. 2008 reduziert werden soll, wird deutlich, dass der Gebäudesektor einen überproportional großen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten soll.⁹³⁶ Im Rahmen ihres Energiekonzeptes hat die *Bundesregierung* einen allgemeinen und einen ambitionierteren, speziell auf den Gebäudesektor ausgerichteten Emissionspfad vorgezeichnet.

5.2.2 Bestimmung der Gruppe zu regulierender Wirtschaftssubjekte

Nach der Festsetzung des Caps sind diejenigen juristischen und natürlichen Personen, mithin Privatpersonen, Unternehmen und andere Gesellschaften mit eigener Rechtspersönlichkeit, zu

⁹³⁰ Vgl. *DEHSt (2005)*: S. 2. Für eine Übersicht über die zu Beginn des Handelssystems von den teilnehmenden europäischen Staaten eingereichten *Nationalen Allokationspläne* siehe *DEHSt (2005)*: S. 24 ff.

⁹³¹ Vgl. für die Bestimmung des Gebäudesektors Kap. 5.1.1.

⁹³² Vgl. *BMU (2004)*: S. 22.

⁹³³ Vgl. *BMU (2006)*: S. 18 ff.

⁹³⁴ Vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 22 f.

⁹³⁵ Vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 22.

⁹³⁶ Vgl. *BMWi/BMU (2011)*: S. 5.

bestimmen, denen die Pflicht auferlegt wird, für emittierte Mengen an Treibhausgasen Emissionsberechtigungen vorweisen zu müssen.⁹³⁷ Diese Personen werden im Folgenden, in Anlehnung an den in der Steuerlehre bekannten Begriff der Steuerpflicht, als zertifikatpflichtige Personen bezeichnet. In Analogie zum Begriff des Steuersubjektes, womit jene Person gemeint ist, die den Tatbestand erfüllt, an den ein Steuergesetz die Steuerpflicht knüpft, wird wahlweise auch von Regulierungssubjekten gesprochen, wenn von Personen die Rede ist, die den Tatbestand der Zertifikatpflicht erfüllen. Die Bestimmung der Regulierungssubjekte im Gebäudesektor ist Gegenstand dieses Teilkapitels. Dabei wird gezeigt, dass mit der Auswahl der Regulierungssubjekte zum einen die ökonomische Effizienz des Systems beeinflusst wird. Die Festlegung des zertifikatpflichtigen Personenkreises steht nämlich in enger Wechselwirkungsbeziehung mit zentralen Parametern des Handelssystems, wie etwa der Bemessungsgrundlage, der Emissionsmengenzuordnung, der Nachweispflicht und dem Monitoring-System. Die Auswahl hat zudem großen Einfluss auf die Höhe der mit dem Emissionshandelssystem einhergehenden Transaktionskosten.⁹³⁸ Zum anderen wird dargestellt, dass im Fall des Klimaschutzes auch die ökologische Effizienz der Regulierung vom zertifikatpflichtigen Personenkreis abhängt.

Als Subjekte einer Emissionsmengenregulierung im Gebäudesektor kommen grundsätzlich all jene Personen in Frage, deren Verhalten in einem kausalen Zusammenhang mit den im Gebäudesektor emittierten Mengen fossiler Treibhausgase, nämlich Kohlenstoffdioxid, Distickstoffmonoxid und Methan, steht. Diese Emissionen entstammen den in diesem Sektor betriebenen Energieerzeugungsanlagen, in denen fossile Energieträger zur Erzeugung von Energie verbrannt werden.⁹³⁹ Ist es die Absicht, diese Emissionen vollständig in das Handelssystem zu integrieren, müssten die Mengen der in der Abluft aller installierten stationären Verbrennungsanlagen enthaltenen Treibhausgase gemessen werden. Praktikabilitätsüberlegungen sprechen gegen ein solches Vorgehen, denn dies würde es erforderlich machen, kostenintensive Instrumente zur Messung der Abluft zu installieren.⁹⁴⁰ Stattdessen bietet es sich an, lediglich die Kohlendioxidemissionen in das Handelssystem einzubeziehen.⁹⁴¹ Die Konzentration auf Kohlendioxid als Bemessungsgrundlage der Zertifikatpflicht bietet den erheblichen Vorteil einer konsistenten, transparenten und zugleich kostengünstigen Bestimmung der bei Verbrennungsprozessen ent-

⁹³⁷ Vgl. Betz, R. A. (2003): S. 48, Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 75, Petrick, K. (2003): S. 104 f. oder Heister, J. et al. (1991): S. 59.

⁹³⁸ Dabei fallen unter die Transaktionskosten sämtliche Aufwendungen für die Informationsbeschaffung, den Handel, die Übertragung und das Vorhalten von Emissionsberechtigungen. Dazu zählen auch die Kosten der Etablierung, des Betriebs und der Aufrechterhaltung eines Handelssystems für Emissionsrechte und eines Monitoring- und Sanktionssystems, mit dem die Einhaltung der Regulierungs- und Handelsregeln überwacht wird. Für eine Auflistung der mit der Etablierung eines Emissionshandelssystems einhergehenden Transaktionskosten, ihre Definition und ihre allgemeine Bedeutung vgl. Bonus, H./Häder, M. (1998): S. 36 f.

⁹³⁹ Vgl. Kap. 5.1.1.

⁹⁴⁰ Vgl. Heister, J. et al. (1991): S. 56.

⁹⁴¹ Vgl. Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 55.

stehenden Treibhausgasemissionsmengen.⁹⁴² Für deren Quantifizierung reicht nämlich die Feststellung der Inputgrößen des Verbrennungsprozesses aus.⁹⁴³ Denn zwischen den kohlenstoffhaltigen Brennstoffmengen, die in einem Verbrennungsprozess eingesetzt werden, und den entstehenden Kohlendioxidemissionen besteht ein festes brennstoffspezifisches Verhältnis. Es lassen sich, allein auf Basis der eingesetzten Brennstoffmengen, die Kohlendioxidemissionen über die sog. stöchiometrische Verbrennungsrechnung exakt ermitteln.⁹⁴⁴ Aufgrund des festen Verhältnisses von eingesetzten Brennstoff- zu emittierten Kohlendioxidmengen kann die Regulierung an derjenigen Menge Kohlenstoff ansetzen, die der eingesetzte fossile Energieträger enthält.⁹⁴⁵ Damit lässt sich die Bemessungsgrundlage des Handelssystems relativ einfach operationalisieren; es sind lediglich Art und Menge derjenigen Brennstoffe zu ermitteln, die in den Verbrennungsanlagen des Gebäudesektors eingesetzt werden.⁹⁴⁶

Der ökologischen Zielerreichung ist die alleinige Messung von CO₂ dabei nicht abträglich. Denn Kohlendioxid kann mit einem Anteil von rund 97,6 % an den gesamten verbrennungsbedingten Treibhausgasemissionen als das relevante Klimagas im Gebäudesektor betrachtet werden.⁹⁴⁷ Die fehlende Einbeziehung der Methan- und Distickstoffmonoxidemissionen kann den ökologischen Lenkungseffekt des CO₂-Emissionshandelssystems daher nicht nennenswert be-

⁹⁴² Vgl. *Cames, M./Deuber, O. (2004)*: S. 63. Zu den Eigenschaften einer geeigneten Bemessungsgrundlage zählen ein präziser und zugleich stabiler Zusammenhang zwischen der ausgewählten Bemessungsgrundlage und der Zielgröße der Regulierung, die Fähigkeit, zielkonforme Verhaltensanpassungen bei den regulierten Wirtschaftssubjekten und technische Innovationen auszulösen, ein geringer administrativer Erfassungs- und Kontrollaufwand und die Existenz geeigneter Techniken einer zuverlässigen Erfassung. Vgl. *Heister, J. et al. (1991)*: S. 57. Mit der Auswahl des Kohlenstoffgehalts der in Verbrennungsprozess eingesetzten fossilen Brennstoffmengen als Bemessungsgrundlage sind diese Eigenschaften gegeben.

⁹⁴³ Vgl. *Heister, J. et al. (1991)*: S. 57.

⁹⁴⁴ Vgl. *Lambrecht, U. et al. (2003)*: S. 56. Eine Übersicht über Emissionsfaktoren und Heizwerte von Brennstoffen bieten die vom IPCC formulierten Richtlinien zur Erstellung von Treibhausgasinventaren. Vgl. *IPCC (2006)*. Vgl. für die im Rahmen der Aufstellung des deutschen Treibhausgasinventars zugrundegelegten Emissionsfaktoren *UBA (2014)*: S. 776 ff.

⁹⁴⁵ Vgl. *Cames, M./Deuber, O. (2004)*: S. 63, *Lambrecht, U. et al. (2003)*: S. 32 f., *Maier-Rigaud, G. (1994)*: S. 87 f. oder *Ströbele, W. (1998)*: S. 190. Der Vergleich spezifischer CO₂-Emissionen verschiedener fossiler Energieträger zeigt, dass die CO₂-Intensität von Verbrennungsprozessen, in denen Erdgas eingesetzt wird, besonders gering ausfällt. Der Einsatz von Braunkohle hingegen führt zu rund doppelt so hohen Emissionen je erzeugter Mengeneinheit Energie. Zur Erzeugung derselben Energiemenge müsste innerhalb eines Cap and Trade-Regulierungsansatzes der Betreiber einer Festbrennstoffanlage, die mit Braunkohlebriketts betrieben wird, entsprechend mehr Emissionsberechtigungen vorhalten als der Betreiber einer Gasverbrennungsanlage.

⁹⁴⁶ Ausgestoßene Mengen Stickoxide müssten bspw. unmittelbar zum Zeitpunkt der Emission in der Abluft einer Verbrennungsanlage gemessen werden. Sie lassen sich nicht kostengünstig aufgrund der eingesetzten Brennstoffmengen ableiten, sondern sind abhängig von der Art der Anlage, des verwendeten Abscheideverfahrens und der Intensität, mit der die Anlage betrieben wird. Vgl. für diese Argumentation am Beispiel des Betriebs von Flugzeugturbinen *Cames, M./Deuber, O. (2004)*: S. 64. Um Stickoxidemissionen messen zu können, wären verhältnismäßig teure Instrumente zu installieren.

⁹⁴⁷ Vgl. *UBA (2011c)*. Im Jahr 2009 wurden insgesamt 760.126 Tonnen Treibhausgase in Tonnen CO₂-Äquivalenten bei Verbrennungsprozessen emittiert. Davon 741.571 t CO_{2eq} Kohlendioxid, 12.713 t CO_{2eq} Methan und 5.842 t CO_{2eq} Distickstoffoxide.

einträchtigen.⁹⁴⁸ Vielmehr ist die Emissionsmenge dieser Nicht-CO₂-Emissionen eng mit der emittierten Menge CO₂ verknüpft. So kommt es bei der Reduktion von CO₂-Emissionen zugleich zu einer Minderung derjenigen Treibhausgase, die nicht mithilfe des Cap and Trade-Ansatzes reguliert werden.⁹⁴⁹

Einfluss auf den Verbrauch von fossilen Brennstoffen im Gebäudesektor nehmen drei Gruppen von Wirtschaftssubjekten.⁹⁵⁰ Hierbei handelt es sich erstens um die Hersteller von Anlagen zur Energieerzeugung, zweitens um die Betreiber von Anlagen zur Energieerzeugung und drittens um die sog. „Inverkehrbringer“ von Brennstoffen, d. h. die Kraftstoffproduzenten, -importeure oder -händler. Die Hersteller von Anlagen für die Energieerzeugung bestimmen das technische Verbrauchspotenzial einer Verbrennungsanlage je erzeugter Menge Wärmeenergie. Sie nehmen damit einen mittelbaren Einfluss auf die Brennstoffmengen, die im Gebäudesektor verbraucht werden. Die Betreiber von energieerzeugenden Anlagen bestimmen die Intensität und die Dauer des Anlagenbetriebs. Mit der Entscheidung für einen bestimmten Anlagentyp wird das spezifische Verbrauchspotenzial einer Anlage festgelegt. Mit der Häufigkeit der Anlagenwartung wird der tatsächliche spezifische Brennstoffverbrauch beeinflusst. Zudem werden mit Auswahl der Immobilie und deren energetischer Qualität die spezifischen Verbrauchsmengen zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Raumtemperatur festgelegt. Die Inverkehrbringer, d. h. die Kraftstoffproduzenten, -importeure und -händler, bieten die benötigten Brennstoffmengen an. Sie bestimmen die Qualität des Kraftstoffes und können damit die Lebensdauer, den spezifischen Energieverbrauch und die Wartungsintensität einer Anlage beeinflussen. Da Kraftstoffe auch auf Basis nachwachsender Rohstoffe erzeugt werden können, kann auch auf diesem Wege der Anteil fossilen Kohlenstoffes in der Abluft einer Verbrennungsanlage vermindert werden.⁹⁵¹ Je größer der Anteil solcher Biokraftstoffe an den eingesetzten Brennstoffmengen ist, desto weniger Mengen in fossilen Brennstoffen gebundenen Kohlenstoffs werden je erzeugter Menge Nutzenergie emittiert.

⁹⁴⁸ Da die verschiedenen Treibhausgase nicht substituierbar sind, sind aufgrund des Nicht-Einbezugs der Methan- und Distickstoffmonoxidemissionen keine diesbezüglichen Ausweichreaktionen der regulierten Wirtschaftssubjekte zu erwarten.

⁹⁴⁹ Eine solche Beziehung gilt dann nicht, wenn Verfahren der Abtrennung und Speicherung von Kohlendioxid aus der Verbrennungsluft angewendet werden. Da der Einsatz solcher Techniken äußerst kapitalintensiv ist und dem Gebäudeeigner erheblich günstigere Vermeidungsoptionen zur Verfügung stehen, spielt diese CCS-Technologie im Gebäudesektor keine Rolle.

⁹⁵⁰ Vgl. für ein ähnliches Vorgehen bei der Bestimmung des zertifikatpflichtigen Personenkreises *Hartwig, K.-H./Luttmann, J./Badura, S. (2008): S. 21* oder *Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 86 f.*

⁹⁵¹ Damit auf diesem Weg der Effekt sinkender Treibhausgasemissionen tatsächlich eintritt, sind allerdings bestimmte landwirtschaftliche Produktionsbedingungen einzuhalten, ohne die der verstärkte Einsatz von Biokraftstoffen sogar gegenläufige Effekte auszulösen vermag. Ebenso sind Konflikte mit anderen gesellschaftlichen und politischen Zielen, wie Versorgungssicherheit und der Bereitstellung eines ausreichenden Nahrungsmittelangebotes, möglich, die es bei einer verstärkten Nutzung von Biomasse als Energieträger zu beachten gilt. Vgl. für eine umfassende Untersuchung der Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Biomasse als Energieträger *SRU (2007)*.

Da die Anlagenhersteller keinen unmittelbaren Einfluss auf die Auslastung und die Intensität des Anlagenbetriebs haben, verantworten sie weder die Mengen verbrauchter Brennstoffe noch die Mengen tatsächlicher Treibhausgasemissionen. Einfluss nehmen sie lediglich auf den spezifischen Energieverbrauch. Daher sind sie als zertifikatpflichtige Personen für ein Cap and Trade-System, mit dem ja eine absolute Emissionsmengenbegrenzung beabsichtigt wird, ungeeignet.⁹⁵² Für eine Cap and Trade-Regulierung kommen sowohl die Inverkehrbringer von Brennstoffen als auch die Betreiber von Feuerungsanlagen in Betracht. Beide Ausgestaltungsoptionen werden im Folgenden näher betrachtet. Werden die Inverkehrbringer von Brennstoffen zertifikatpflichtig, spricht man von einer Umsetzung des Cap and Trade Systems als Upstream-Ansatz. Werden die Betreiber von Feuerungsanlagen als Regulierungssubjekte festgelegt, wird von einem Downstream-Ansatz gesprochen.

5.2.2.1 Ausgestaltung nach dem Upstream-Ansatz

Würden die Inverkehrbringer von Brennstoffen in ein Cap and Trade-System einbezogen, könnte Ihnen eine Pflicht zur Vorlage von Emissionsberechtigungen auferlegt werden, die sich in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt der abgesetzten Mengen Brennstoffe bestimmte.⁹⁵³ Auf der sog. ersten Handelsstufe lassen sich mit den Rohstoffförderern, -verarbeitern und -händlern drei Gruppen von Inverkehrbringern identifizieren, die als zertifikatpflichtige Personen für ein Emissionshandelssystem nach dem sog. Upstream-Ansatz in Frage kommen.⁹⁵⁴ Dazu zählen im Einzelnen Betreiber von Raffinerien, Importeure von Erdölprodukten, Händler, die flüssiges Erdgas in den Handel bringen und solche, die Erdgas leitungsgebunden absetzen sowie die Förderer, Händler und Importeure von Kohle.⁹⁵⁵

Weil auf die stöchiometrische Verbrennungsrechnung zurückgegriffen werden kann, wäre es innerhalb eines solchen Systems nicht erforderlich, die abgesetzten Brennstoffmengen direkt zu rationieren. Vielmehr könnte die Regulierung am Kohlenstoffgehalt der in den Handel gebrachten Brennstoffmengen ausgerichtet werden. Die Festlegung eines Caps bedeutete in einem solchen System, dass die maximale Absatzmenge fossiler Brennstoffe von der Menge Kohlen-

⁹⁵² Vgl. Heister, J. et al. (1991): S. 56. Als Regulierungssubjekte kämen die Hersteller lediglich dann in Betracht, wenn es um die Festlegung spezifischer Verbrauchsmengenbegrenzungen ginge. So wird bspw. die Etablierung eines Marktes für sog. „weiße Zertifikate“ diskutiert, mit denen Regulierungssubjekte anreizkompatibel zur Durchführung verstärkter Anstrengungen zur Verbesserung der Energieeffizienz der Energienutzung in Gebäuden angeregt werden sollen. Die Anlagenhersteller könnten in einem solchen Rahmen zu Regulierungssubjekten werden. Vgl. für ein solches, auf die Minderung des spezifischen Anlagenverbrauchs abzielendes Konzept RWI (2006): S. 14 ff. Da ein solches System explizit auf die Festlegung einer absoluten Emissionsmengenbegrenzung verzichtet, unterbleibt eine weitergehende Auseinandersetzung damit.

⁹⁵³ Vgl. Heister, J. et al. (1991): S. 60. Hierbei handelt es sich um einen Ansatz, dessen Umsetzung in Deutschland vom Sachverständigenrat für Umweltfragen unter bestimmten, im Folgenden erörterten, Bedingungen befürwortet wird.

⁹⁵⁴ Vgl. SRU (2008): S. 172. ff.

⁹⁵⁵ Vgl. SRU (2008): S. 169.

stoffdioxid begrenzt würde, die bei der Verbrennung der gesamten veräußerten Brennstoffmengen freigesetzt werden würde.⁹⁵⁶ Eine Emissionsberechtigung innerhalb dieses Systems berechnete damit nicht zur Emission einer bestimmten Menge Kohlendioxid, sondern zum Absatz einer bestimmten Kohlenstoffmenge; je größer der Kohlenstoffgehalt eines Brennstoffes wäre, desto mehr Zertifikate müssten je veräußerter Mengeneinheit des fossilen Brennstoffes vorgehalten werden.⁹⁵⁷ Um diese Zertifikate begrifflich von den bisher betrachteten Emissionsberechtigungen zu unterscheiden werden sie im Weiteren als „Brennstoffzertifikate“ bezeichnet.⁹⁵⁸

Gegenstand der Upstream-Regulierung wäre diejenige Emissionsmenge, die bei der sauberen Verbrennung einer abgesetzten Menge Brennstoff freigesetzt würde. Sobald die Brennstoffzertifikate eingeführt wären, und die Regulierungsbelastung vom Kohlenstoffgehalt des veräußerten Brennstoffes abhinge, stiegen die Produktionskosten von Rohstoffen mit höherem Kohlenstoffgehalt infolge der Regulierung stärker an, als diejenigen von Brennstoffen mit geringerem Kohlenstoffgehalt. Insoweit diese zusätzlichen Kosten für den Kauf von Brennstoffzertifikaten auf die Nachfrager überwälzt würden, entfalteten sich die erwünschten Anreizwirkungen der Bepreisung von fossilem Kohlenstoff.⁹⁵⁹ In Abhängigkeit von Veränderungen der Marktpreise von Brennstoffen würden Vermeidungsaktivitäten hervorgerufen. Je höher die induzierte Preissteigerung ausfiele, desto eher würden die Nachfrager von Brennstoffen Substitutionshandlungen vornehmen.⁹⁶⁰

Um die Funktionsfähigkeit eines Upstream-Handelssystems sicherzustellen, müsste gewährleistet sein, dass es nicht zur Entstehung „dünner Märkte“ kommt. Ansonsten könnten sich nämlich ineffiziente Marktergebnisse einstellen. Dazu käme es, wenn aufgrund einer geringen Anzahl von Marktteilnehmern der Markt nicht hinreichend kompetitiv wäre und daher mit strategischer Marktbeeinflussung, etwa durch das Ausnutzen von Informationsasymmetrien oder Marktmacht, gerechnet werden müsste.⁹⁶¹ Die Anzahl möglicher Teilnehmer auf den Märkten für

⁹⁵⁶ Vgl. *SRU (2008)*: S. 173.

⁹⁵⁷ Vgl. *SRU (2008)*: S. 169.

⁹⁵⁸ Vgl. *SRU (2008)*: S. 169. Alternativ wird in der Literatur auch der Begriff des „Inverkehrbringerzertifikates“ verwendet. Vgl. *UBA (2011b)*: S. 81.

⁹⁵⁹ Vgl. *SRU (2008)*: S. 170. Ein solches System würde ähnlich der Erhebung von Verbrauchssteuern funktionieren, bei der Steuerdestinatar und Steuerschuldner auseinanderfallen: Der Endverbraucher eines Gutes soll die Steuerlast tragen, der Verkäufer jenes Gutes die Steuer abführen. Ist es letzterem möglich, die gesamte Steuerlast auf den Verkaufspreis eines Gutes aufzuschlagen, ohne dass es zu einer Reduktion in der Nachfragemenge kommt, kann das Ziel des Gesetzgebers erreicht werden: Steuerdestinatar und Steuerträger sind identisch. Vgl. hierfür *Reding, K./Müller, W. (1999)*: S. 134.

⁹⁶⁰ Vgl. *SRU (2008)*: S. 171. Hier bieten sich die Durchführung von Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz, die Substitution von Brennstoffen, der Verzicht auf energieintensive Konsumgüter oder Produktionstechniken oder eine Umstellung auf kohlenstoffarme Produktionsverfahren an.

⁹⁶¹ Vgl. *Weimann, J. (1998)*: S. 63. Verwiesen wird dort auch auf die grundlegende Diskussion der möglichen wettbewerbspolitisch bedingten, negativen volkswirtschaftlichen Konsequenzen des Einsatzes handelbarer Emissionsrechte als Instrument der Umweltpolitik. Zu den Problemen zählen bspw. die mögliche Verdrängung von Wettbewerbern durch kapitalstarke Unternehmen oder das Entstehen von Markteintrittsbarrieren. Eine Analyse bietet *Bonus, H. (1981b)*: S. 112 ff. Zusammenfassend lässt

Brennstoffe und Brennstoffzertifikate wird allerdings als hinreichend für die Entstehung eines kompetitiven Marktes erachtet.⁹⁶² Die Gefahr der Entstehung dünner Märkte dürfte daher im Fall der Einführung von Brennstoffzertifikaten auch nicht gegeben sein. Mögliche wettbewerbspolitische Bedenken sprächen damit nicht gegen die Etablierung eines Upstream ansetzenden Emissionshandelssystems im Gebäudesektor.

5.2.2.2 *Ausgestaltung nach dem Downstream-Ansatz*

Würde das Emissionshandelssystem nach dem Downstream-Ansatz ausgestaltet, wären es die Betreiber von mit fossilen Brennstoffen zu bestückenden Feuerungsanlagen, denen eine Pflicht zur Vorlage von Emissionsberechtigungen für emittierte Mengen Kohlenstoff auferlegt würde.⁹⁶³

Grundlage einer solchen, auf der Ebene von Emittenten ansetzenden Regulierung bildete das Verursacherprinzip, wonach derjenige zur Übernahme von Verantwortung und Regulierungsbelastungen bestimmt wird, in dessen Verantwortungsbereich es zur Umweltbelastung kommt.⁹⁶⁴ Handelte es sich um eine selbstgenutzte Immobilie, in der eine Feuerungsanlage betrieben wird, wäre der Anlagenbetreiber zugleich Nutznießer der produzierten Energiemengen und Verursacher der Emissionen. Die Auferlegung der Zertifikatpflicht wäre in diesem Fall mit keinem Zuordnungsproblem verbunden. Handelte es sich hingegen um eine fremdgenutzte Immobilie, in der eine Feuerungsanlage betrieben wird, fielen Anlagenbetreiber und Nutznießer der produzierten Energiemengen auseinander. Die Auferlegung einer Zertifikatpflicht könnte hier grundsätzlich sowohl den Eigentümer der Anlage treffen, der diese mittelbar nutzt, weil er von der Vermietung oder Verpachtung der Immobilie profitiert, als auch den Mieter oder Pächter, der die Feuerungsanlage unmittelbar zur Erzeugung von Wärmeenergie gebraucht. Es ist allerdings der Eigentümer, der Mietern oder Pächtern eine vorhandene Verbrennungsanlage zur Nutzung überlässt. Als Anlagenbetreiber verfügt er über eventuell notwendige Betriebsberechtigungen. Er trägt zudem die Verantwortung für den technisch einwandfreien Betrieb der Anlage, und er ist es, der für die Einhaltung sämtlicher, bislang in Umweltgesetzen geregelten Mengen-

sich schlussfolgern, dass sich mögliche negative wettbewerbspolitische Implikationen des Einsatzes handelbarer Emissionsrechte insbesondere dann einstellen können, wenn es nicht gelingt, kompetitive Wettbewerbsbedingungen auf dem Zertifikatemarkt herzustellen. Dann aber ist der Einsatz dieses Instruments ohnehin nicht angebracht, weil es nicht zur Realisierung der theoretisch vorhandenen Effizienzvorteile kommt. Vgl. dazu *Weimann, J. (1998): S. 64.*

⁹⁶² Vgl. für eine solche Feststellung mit Bezug auf die Anzahl allein in *Deutschland* auf der ersten Handelsstufe tätigen Unternehmen *Heister, J. et al. (1991): S. 62 f.* Auf den Märkten, auf denen rund 1.000 Wirtschaftssubjekte Mineralölprodukte produzieren, importieren und vertreiben, herrscht ein intensiver Wettbewerb. Vgl. *Erwingmann, D. et al. (2005): S. 89.* Solange die Einführung von Brennstoffzertifikaten nicht auf dem Wege der Zuteilung erfolgte, und damit faktisch Marktanteile staatlich administriert vergeben würden sowie zum Handel mit Zertifikaten nicht nur der o. g. Personenkreis zugelassen würde, ist mit negativen Wettbewerbsverzerrungen infolge der Einführung des Instruments nicht zu rechnen. Ein dabei verwendetes Auktionsverfahren kann das Entstehen von Marktmacht allerdings mindern, möglicherweise sogar ganz eliminieren. Vgl. *Erwingmann, D. et al. (2005): S. 106.*

⁹⁶³ Vgl. *Hartwig, K.-H./Luttmann, J./Badura, S. (2008): S. 22* oder *Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 88.*

⁹⁶⁴ Vgl. *Lambrecht, U. et al. (2003): S. 32.*

begrenzungen für Schadstoffemissionen verantwortlich ist.⁹⁶⁵ Schließlich haben Mieter oder Pächter lediglich Nutzungsrechte an den von ihnen genutzten Immobilien und Heizungsanlagen. Rechte, technische Änderungen am Gebäude selbst oder der verwendeten Heizungstechnik vorzunehmen, stehen ihnen nicht zu. Als unmittelbare Reaktion auf steigende Energiekosten können sie lediglich mit einer Reduktion des Verbrauchs oder mit einem Auszug aus der entsprechenden Immobilie reagieren. Der Eigentümer ist hingegen rechtlich und technisch in der Lage, solche Änderungen vorzunehmen, um den Ausstoß von Treibhausgasen zu vermindern.⁹⁶⁶ Die Kosten für den Kauf von Emissionsberechtigungen könnten von ihm, ebenso wie bislang schon die Ausgaben für die eingesetzten Brennstoffmengen, im Rahmen der Betriebskostenabrechnung den unmittelbaren Nutznießern des Anlagenbetriebs, d. h. den Mietern oder Pächtern, in Rechnung gestellt werden.⁹⁶⁷

Mit der Auferlegung der Zertifikatpflicht würden die relativen Kosten relevanter Handlungsalternativen für die Betreiber und Nutzer von Verbrennungsanlagen verändert. Die Zertifikatpflicht bewirkte auf individueller Entscheidungsebene eine Preissteigerung der Nutzung fossiler Energieträger in Abhängigkeit von ihrem Kohlenstoffgehalt. Das sich infolge der künstlichen Mengenrestriktion einstellende Knappheitssignal für Treibhausgasemissionen wirkte dabei unmittelbar auf Ebene derjenigen Wirtschaftssubjekte, die über das technische Potenzial zur Minderung der Emissionen verfügen.

Da jeder Anlagenbetreiber nur einen infinitesimal kleinen Anteil an der Gesamtmenge ausgegebener Emissionsberechtigungen zum Betrieb der eigenen Verbrennungsanlagen benötigte, reagierten die Wirtschaftssubjekte auf dem Markt für Emissionsrechte, ebenso wie auf dem damit unmittelbar zusammenhängenden Markt für Brennstoffe, als Mengenanpasser. Aufgrund der induzierten Änderungen der Preisrelationen verschiedener Brennstoffe nach ihrem relativen Kohlenstoffgehalt wäre damit zu rechnen, dass entsprechende Anpassungsprozesse in Form von Substitutionshandlungen ausgelöst würden.⁹⁶⁸

⁹⁶⁵ Vgl. *BImSchG (2011)*: §§ 5 und 22.

⁹⁶⁶ Da sich ein Emissionszertifikat für Treibhausgasemissionen auch als veräußerbare Betriebsberechtigung einer Verbrennungsanlage verstehen lässt, ist es zudem regulierungstechnisch konsistent, dem Eigentümer einer Verbrennungsanlage die Zertifikatpflicht aufzuerlegen.

⁹⁶⁷ Solange die Mietzahlungsbereitschaft auch die Energiekosten umfasst, reagieren Mieter und Pächter auf veränderte Energiepreise auch mit Abwanderung. Insofern die Mietzahlungsbereitschaft von der Warmmiete abhängt, kann es im Interesse des Vermieters sein, die spezifischen Verbrauchskosten so gering wie möglich werden zu lassen, um, bei gegebener Zahlungsbereitschaft, einen möglichst hohen Gewinn abschöpfen zu können.

⁹⁶⁸ So kann sich der Eigentümer einer selbstgenutzten Immobilie überlegen, ob er eine bestehende, auf fossilen Brennstoffen arbeitende, Anlage gegen eine auf erneuerbaren Energien basierende Technik austauschen möchte. Er kann auch eine effizientere Anlage für die Energieerzeugung installieren, um eine gewünschte Raumtemperatur mit geringerem Ressourceneinsatz generieren zu können. Weitere Handlungsoptionen sind für ihn, bei gegebener Energieerzeugungstechnik den Nutzungsgrad der erzeugten Energiemenge zu erhöhen, indem bspw. die bestehende Gebäudedämmung verbessert oder Abluftsysteme mit Wärmerückgewinnung installiert werden. Schließlich kann auch das Heizverhalten verändert werden, um den Verbrauch von Energie zu reduzieren.

Verhalten sich die regulierten Wirtschaftssubjekte rational, werden sie die Kohlenstoffintensität der eigenen Energieerzeugung soweit reduzieren, bis die Grenzkosten der Durchführung der dazu notwendigen Substitutionshandlungen dem Preis für den Erwerb einer Emissionsberechtigung entsprechen. Insofern sich jeder Betreiber einer Feuerungsanlage gemäß diesem Kalkül verhält, gibt im Marktgleichgewicht das entstehende Preissignal für Emissionsberechtigungen unmittelbar Auskunft über die Höhe der Grenzkosten der Emissionsvermeidung. Maßnahmen zur Reduzierung einer weiteren Emissionseinheit unterbleiben, sobald die Grenzkosten ihrer Durchführung den gleichgewichtigen Preis für Emissionsberechtigungen übersteigen.⁹⁶⁹ Die Erfüllung des sektorspezifischen Ziels der Klimapolitik gelingt auf kosteneffiziente Weise. Je mehr Vermeidungsoptionen den zertifikatpflichtigen Akteuren dabei zur Verfügung stehen, desto eher ist damit zu rechnen, dass sich dieses Ergebnis auch auf realen, unvollkommenen Märkten einstellt.⁹⁷⁰ Weil ein Markt auf Ebene der Emittenten von Treibhausgasen mehrere Millionen Verpflichtete umfassen würde und damit Marktmanipulationen durch Einzelne kaum möglich wären, könnte eine effiziente Allokation von Emissionsberechtigungen erwartet werden, sollte das Cap and Trade-System nach dem Downstream-Ansatz ausgestaltet worden sein.

5.2.2.3 Upstream- vs. Downstream-Ansatz

Der Vorteil eines Handelssystems, das auf der ersten Handelsstufe des Vertriebs von fossilen Brennstoffen ansetzt, liegt in den damit einhergehenden relativ niedrigen Transaktionskosten. Denn die Kosten des Handelssystems hängen in großem Umfang von der Anzahl derjenigen Wirtschaftssubjekte ab, die in ein solches System einbezogen werden.⁹⁷¹ Da die Anzahl der Inverkehrbringer von Brennstoffen viel niedriger ist, als die Anzahl der Betreiber von Verbrennungsanlagen, fallen entsprechend geringere Transaktionskosten an. Würden sich der Upstream- und der Downstream-Ansatz in Bezug auf globale Klimaschutzwirkungen nicht unterscheiden, wäre der kostengünstigere c. p. stets vorzuziehen. Dass sich beide Ansätze in ihren ökologischen Wirkungen gleichen, ist allerdings nicht unbedingt zu erwarten. Das bedeutet, der Upstream-Ansatz kann nicht uneingeschränkt als vorzugswürdig klassifiziert werden.⁹⁷² Solange kein international umfassendes Klimaschutzregime vereinbart worden ist, besteht, wie im Folgenden argumentiert werden wird, bei der Ausgestaltung als Upstream-Ansatz die größere Gefahr einer geringeren ökologischen Effizienz des Mitteleinsatzes. Aufgrund von Leakage-Effekten

⁹⁶⁹ Vgl. für die entsprechende theoretische Analyse Kap. 4.2.4.2.

⁹⁷⁰ Vgl. *Lambrecht, U. et al. (2003)*: S. 50.

⁹⁷¹ Vgl. für dieses häufig hervorgebrachte Argument *Carnes, M./Deuber, O. (2004)*: S. 75, *Erwingmann, D. et al. (2005)*: S. 52, *Heister, J. et al. (1991)*: S. 60 f., *Lambrecht, U. et al. (2003)*: S. 83, *Petrack, K. (2003)*: S. 105 oder *SRU (2002)*: S. 236.

⁹⁷² Vgl. hierzu *Heister, J. et al. (1991)*: S. 60, der betont, dass bei einem Vergleich der Ansätze nicht nur die Transaktionskosten sondern sämtliche Effizienzeigenschaften zu berücksichtigen sind.

könnte es nämlich eher dazu kommen, dass nur auf der nationalen nicht aber auf der globalen Ebene Emissionsreduktionen erreicht werden.

Als problematisch könnte sich erweisen, dass bei der Umsetzung als Upstream-Handelssystem die Gruppe der Regulierungsdestinatäre – die Emittenten von Treibhausgasen – und die Gruppe der Regulierungssubjekte – die Inverkehrbringer von Brennstoffen – auseinanderfallen. In welchem Umfang es zur beabsichtigten Belastung der Destinatäre kommt, hängt davon ab, in wieweit die Kosten der Zertifikate von den Regulierungssubjekten auf die Regulierungsdestinatäre überwältzt werden können. Für diesen Fall, dass Regulierungsdestinatar und Regulierungssubjekt nicht identisch sind, zeigt die steuerliche Inzidenzanalyse von welchen Faktoren die Überwälzung einer Steuer resp. einer Regulierungsbelastung abhängt.⁹⁷³ Ebenso wie im Fall der Verbrauchsbesteuerung wird auch bei der Etablierung eines Handelssystems für Brennstoffzertifikate nach dem Upstream-Ansatz die Verteilung der Regulierungsbelastung innerhalb der Volkswirtschaft von Überwälzungsvorgängen bestimmt. Diese hängen unter anderem von den zugrundeliegenden Marktstrukturen auf den Brennstoffmärkten, den Handlungsalternativen und den Anpassungs- und Substitutionsmöglichkeiten ab, die sich den beteiligten Akteuren bei der Veränderung von Energiepreisen bieten.⁹⁷⁴ Das bedeutet, dass die vorherrschenden Angebots- und Nachfrageelastizitäten auf den verschiedenen Teilmärkten für Brennstoffe darüber bestimmen werden, welche Wirtschaftssubjekte letztlich die Kosten der klimapolitischen Regulierung tragen und in welcher Höhe die Kosten bei ihnen anfallen. Eine Analyse der Inzidenz des mengenpolitischen Mitteleinsatzes ist aber, ebenso wie die steuerliche Inzidenzanalyse, lediglich ex post durchführbar.⁹⁷⁵ Ex ante ist die Inzidenz nicht absehbar. Es ist daher möglich, dass die Überwälzung des Zertifikatpreises unbeobachteter Weise dazu führt, dass unbeabsichtigte wirtschafts- und umweltpolitische Konsequenzen in Bezug auf die Verteilung und die Allokation ausgelöst werden.⁹⁷⁶ Insbesondere kann es dazu kommen, dass die Erreichung des klimapolitischen Ziels von nicht vorhersehbaren und auch nicht kontrollierbaren Überwälzungsvorgängen unterminiert wird. Dies ist dann der Fall, wenn die regulierungsbe-

⁹⁷³ Wenn im Fall der Erhebung einer Verbrauchssteuer dem Verkäufer eines Gutes die vollständige Steuerüberwälzung auf den Käufer nicht gelingt, trägt auch er selbst einen Teil der Steuerlast. Da aber die tatsächliche Steuerbelastung nicht nur Verteilungswirkungen auslöst, sondern auch weitreichende konjunkturelle Auswirkungen haben kann, werden ex post-Untersuchungen bzgl. der tatsächlichen Steuerwirkung vorgenommen. Im Rahmen einer solchen steuerlichen Inzidenzanalyse wird versucht, die tatsächlichen Belastungswirkungen, die die Erhebung von Steuern auslöst, zu ermitteln. Als bestimmende Faktoren der Überwälzbarkeit von Steuern auf den Endverbraucher gilt unter anderem die Art eines Gutes, auf dessen Konsum eine Steuer erhoben wird, d. h., ob es sich um ein Geoder Verbrauchsgut handelt. Eine große Rolle spielen daneben die Preiselastizität der Nachfrage und der Verlauf der Grenzkostenfunktion des Angebots. Auch die Marktform kann Einfluss auf die Überwälzbarkeit von Steuern nehmen. Für eine weitergehende Auflistung verschiedener Faktoren der Steuerüberwälzung siehe *Reding, K./Müller, W. (1999): S. 144 f.*

⁹⁷⁴ Vgl. *SRU (2008): S. 171.*

⁹⁷⁵ Vgl. hierzu *Reding, K./Müller, W. (1999): S. 131.*

⁹⁷⁶ Vgl. *Heister, J. et al. (1991): S. 61.*

dingten Kosten vornehmlich auf jene Marktakteure überwältzt werden, die nicht über Substitutionsmöglichkeiten innerhalb des Regulierungsgebietes verfügen und die zugleich nicht in der Lage oder willens sind, die regulierungsbedingten Mehrkosten des Einsatzes fossiler Energieträger zu tragen. Sie könnten sich dazu veranlasst sehen, das Regulierungsgebiet zu verlassen und die produzierten Güter oder Dienstleistungen anschließend aus dem Ausland in das Regulierungsgebiet zu importieren. Die Effizienz des Einsatzes eines umfassenden Upstream ansetzenden Cap and Trade-Handelssystems stellte dann zugleich dessen größte Schwäche dar; die effektive Emissionsmengenbegrenzung auf nationaler Ebene könnte zur Abwanderung von Produktionsaktivitäten ins unregulierte Ausland und damit zur Verlagerung von Emissionsaktivitäten resp. Carbon Leakage führen.⁹⁷⁷ Die auf nationaler Ebene ausgewiesenen Minderungen an Treibhausgasemissionen stellen dann nicht in vollem Umfang einen real wirksamen Klimaschutzbeitrag dar.⁹⁷⁸

Eine Ausgestaltung nach dem Upstream-Ansatz macht eine bewusste Auswahl der Träger von Regulierungslasten nur unter sehr restriktiven Bedingungen möglich und erschwert damit die Umsetzung einer ökologisch wirkungsvollen sektorspezifischen Klimapolitik: Es wäre nämlich mit dem Auftreten kaum lösbarer und kostenträchtiger Erfassungs- und Abgrenzungsprobleme zu rechnen, wenn eine sektorspezifische Regulierung nach dem Upstream-Ansatz auf der Basis von Brennstoffzertifikaten vorgenommen würde.⁹⁷⁹ Folgende Überlegung soll dies verdeutlichen: Es sein angenommen, dass in verschiedenen Wirtschaftssektoren unterschiedliche Upstream-Handelssysteme etabliert würden. Für jeden ausgewählten Sektor, in dem ein Upstream-Handelssystem mit jeweils eigenem Emissionsreduktionsziel eingeführt würde, müsste dann jeweils eine Menge Kohlenstoff festgelegt werden, die dort in Verbrennungsprozessen eingesetzt werden dürfte. Auf Ebene der Brennstoffhändler müsste dafür eine entsprechende Anzahl verschiedener Märkte für Brennstoffzertifikate etabliert werden, die derjenigen Anzahl unterschiedlicher Sektoren entsprechen müsste, für die unterschiedliche Emissionsmengenbegrenzungen definiert worden sind. Infolge der unterschiedlichen Emissionsmengenbegrenzungen würden sich anschließend unterschiedlich hohe Preise für die verschiedenen sektoralen Brennstoffzertifikate und, getrennt nach den unterschiedenen Gruppen von Energieverbraucher, auch für die gehandelten Brennstoffe einstellen können. Einfach umsetzbar wäre ein solches System von sektoralen Märkten für Brennstoffzertifikate dann, wenn in den verschiedenen Sektoren unterschiedliche Brennstoffe zum Einsatz kämen, die einem Sektor zweifelsfrei zugeordnet werden könnten. Dies ist beispielsweise bei Turbinenkerosin der Fall, das ausschließlich

⁹⁷⁷ Vgl. Bushnell, J./Peterman, C./Wolfram, C. (2008): S. 176.

⁹⁷⁸ Das bedeutet, in diesem Fall wäre die erste Signifikanzbedingung für nationale Klimaschutzbeiträge nicht erfüllt. Für die Beschreibung der entsprechenden Signifikanzbedingungen vgl. Kap. 4.2.1.1.

⁹⁷⁹ Vgl. Heister, J. et al. (1991): S. 62. Möglicherweise enthält der Vorschlag des *Sachverständigenrates für Umweltfragen* zur Etablierung eines Upstream-Handels aus diesem Grund keine Hinweise auf Instrumente zur Vermeidung von Carbon Leakage-Effekten.

zum Betrieb von Luftfahrzeugen verwendet wird.⁹⁸⁰ Fraglich ist allerdings, auf welcher Grundlage sich unterschiedlich hohe Preise für Brennstoffzertifikate herausbilden sollten, wenn die in den verschiedenen Sektoren eingesetzten Brennstoffe identisch sind und sich nur darin unterscheiden, von welchem Wirtschaftssubjekt sie in Verbrennungsprozessen eingesetzt werden. Genau dies trifft aber für die im Gebäudesektor eingesetzten Brenngase, Heizöle und Kohlen zu.

In der Literatur finden sich zwar Vorschläge, die einen Upstream-Handel auf sektoraler Ebene befürworten, die skizzierten Probleme der Erfassung notwendiger Informationen werden dort allerdings nicht thematisiert.⁹⁸¹ Der *Sachverständigenrat für Umweltfragen* hält die aufgezeigte Informationsproblematik für so schwerwiegend, dass er die Einrichtung von verschiedenen sektoralen Upstream-Handelssystemen mit jeweils getrennten Märkten für Brennstoffzertifikate für nicht umsetzbar hält. Auf der ersten Handelsstufe sei nämlich nicht absehbar, welcher konkrete Teil der insgesamt produzierten und importierten Energieträger und -mengen bspw. im Gebäudesektor eingesetzt wird.⁹⁸² Um diese Informationen auf der ersten Handelsstufe bereitstellen zu können, müsste eine vollständige Dokumentation sämtlicher Handelsströme von Brennstoffen vorgenommen werden. Dazu wäre es notwendig, auf allen Handelsstufen eine Nachweispflicht für sämtliche gehandelten Brennstoffmengen einzuführen, und es wäre festzuhalten, von wem und in welchem Sektor es letztlich zur Emission von Kohlendioxid käme. Denn nur, wenn zweifelsfrei bestimmt wäre, von welcher Gruppe von Endverbrauchern innerhalb welchen Sektors eine Menge Brennstoff genutzt wird, wüsste ein zertifikatpflichtiger Brennstoffhändler, welches sektorale Brennstoffzertifikat er dafür auf der ersten Handelsstufe zu erwerben und einzusetzen hätte. Und erst dann könnte er sektoral unterschiedliche Nachfragerreaktionen auf Preisänderungen der in mehreren Sektoren eingesetzten, an sich aber homogenen Brennstoffe, feststellen. Die mit einem solchen Berichtssystem einhergehenden Kosten der Dokumentation und Kontrolle aller Handelsströme von Brennstoffen fielen nach Einschätzung des *Sachverständigenrates für Umweltfragen* prohibitiv hoch aus.⁹⁸³

Demgegenüber würde die Ausgestaltung als Downstream-Ansatz lediglich eine Informationsfassung über eingesetzte Energiemengen bei den Emittenten erfordern. Die Handelsströme der eingesetzten Brennstoffe bräuchten hingegen nicht im Einzelnen nachverfolgt werden. Die potenziellen Transaktionskostenvorteile des Upstream-Ansatzes, die aufgrund der geringeren

⁹⁸⁰ Vgl. *Hohenstein, C. et al. (2002)*: S. 31.

⁹⁸¹ Vgl. *Brockmann, K. et al. (2000)*: S. 4 f., *Rehbinder, E./Schmalholz, M. (2002)*: S. 2. Speziell für den Verkehrsbereich siehe *Erwingmann, D. et al. (2005)*: S. 52.

⁹⁸² Bereits im Jahr 2002 spricht sich der Sachverständigenrat daher gegen sektorale Upstream-Handelssysteme aus. Vgl. hierfür *SRU (2002)*: S. 236. Vergleiche für die Feststellung fehlender Kompatibilität eines sektoral ausgerichteten Upstream-Handels mit dem derzeitigen, Downstream ausgerichteten, *EU-Emissionshandel* auch *Hohenstein, C. et al. (2002)*: S. 31.

⁹⁸³ Vgl. *SRU (2002)*: S. 236. Zudem wäre es bei solcher Art gespaltener Preise wahrscheinlich, dass Arbitrageure versuchen würden, die entsprechenden Preisdifferenzen gewinnwirksam zu nutzen. Auch dies würde der beabsichtigten Verteilung der Regulierungslasten zuwiderlaufen. Vgl. *Heister, J. et al. (1991)*: S. 62.

Anzahl an zertifikatpflichtigen Personen zu erwarten sind, könnten also nicht realisiert werden, wenn in unterschiedlichen Sektoren verschiedene Upstream-Handelssysteme nebeneinander etabliert würden.

Der *Sachverständigenrat für Umweltfragen* spricht sich allerdings nicht nur gegen die Etablierung sektoraler Upstream-Handelssysteme aus, sondern vielmehr generell gegen die derzeit stattfindenden und geplanten Ausweitungen des *Europäischen Emissionshandelssystems* auf weitere ausgewählte Anlagen und Sektoren. Statt die Emissionen aus Verbrennungsprozessen sektoral auf Ebene von Anlagen oder der Inverkehrbringer zu regulieren, plädiert er für eine grundlegende Änderung des gesamten Emissionshandelssystems. Er fordert, das Handelssystem für Kohlendioxidemissionen europaweit auf der obersten Handelsstufe anzusiedeln und sämtliche in Verkehr gebrachten Brennstoffmengen vollständig in einem Upstream-Handelssystem, unabhängig von der Art und dem Ort ihrer Verwendung, zu erfassen.⁹⁸⁴ Ein dazu passendes Konzept zur Verhinderung von Carbon Leakage-Effekten, die von einem solchen europaweiten System ausgelöst werden könnten, wird allerdings nicht präsentiert.⁹⁸⁵ Ohne eine zielgerichtete Auswahl der Träger von Regulierungslasten aber könnten Carbon Leakage-Effekte mittels einer entsprechend ausgestalteten sektorspezifischen Regulierung nicht abgemildert werden. Nur wenn es gelänge, die gezielte Auswahl der Träger von Regulierungslasten auch im Rahmen eines Upstream-Handelssystems sicherzustellen, könnte dessen Transaktionskostenvorteil gegenüber einer Ausgestaltung nach dem Downstream-Ansatz das alleinige Entscheidungskriterium bei der Bestimmung der relativen Vorteilhaftigkeit der diskutierten Ansätze darstellen.

Im Gegensatz zum Upstream-Ansatz wird bei der Ausgestaltung eines Handelssystems für Emissionsberechtigungen nach dem Downstream-Ansatz ein separates Preissignal für Emissionsberechtigungen ausgesendet, das von Preisentwicklungen auf dem Brennstoffmarkt nicht überlagert werden kann. Das Preissignal kann sich sektorspezifisch und unabhängig von den Bestimmungsgründen von Preisüberwälzungsvorgängen auf dem Brennstoffmarkt einstellen.⁹⁸⁶ Der Vorteil der Festlegung der Emittenten als zertifikatpflichtigen Personenkreis statt der „Inverkehrbringer“ von Brennstoffen liegt damit in der zielgerichteten und differenzierten Belastung derjenigen Wirtschaftssubjekte, die klimapolitisch reguliert werden sollen. Sofern es politisch beabsichtigt ist, kann auf Basis des Downstream-Ansatzes der nationale klimapolitische Instrumenteneinsatz so ausgestaltet werden, dass die Carbon Leakage-Gefahr minimiert wird.⁹⁸⁷ Dies könnte gelingen, wenn der Cap in Sektoren, in denen die handelnden Akteure starkem in-

⁹⁸⁴ Vgl. *SRU (2008)*: S. 176. Vgl. hierzu auch *Heister, J. et al. (1991)*: S. 63.

⁹⁸⁵ Für die Vorstellung eines umfassenden Upstream ansetzenden Emissionshandelssystems in *Europa* vgl. *SRU (2008)*: S. 168 ff. Vgl. hierzu grundlegend auch *Heister, J. et al. (1991)*.

⁹⁸⁶ Vgl. *Lambrecht, U. et al. (2003)*: S. 32 und S. 45, *Heister, J. et al. (1991)*: S. 56 und S. 61 sowie *Erwingmann, D. et al. (2005)*: S. 44. Siehe hierzu auch *Petrack, K. (2003)*: S. 105.

⁹⁸⁷ Vgl. *Lambrecht, U. et al. (2003)*: S. 45 und S. 59 sowie *Cames, M./Deuber, O. (2004)*: S. 75.

ternationalen Wettbewerbsdruck ausgesetzt sind, auf ein weniger ambitioniertes Niveau festgelegt wird, als in Sektoren mit relativ immobilen Wirtschaftsakteuren.

Ob die Realisierung eines sektorspezifischen Emissionshandelssystems nach dem Downstream-Ansatz einer nicht sektorspezifischen Ausgestaltung nach dem Upstream-Ansatz aus ökonomischer Sicht vorzuziehen ist, hängt von zwei zentralen Bedingungen ab: Erstens muss es mithilfe der Etablierung eines sektoralen Emissionshandelssystems, welches nach dem Downstream-Ansatz ausgestaltet ist, tatsächlich gelingen, das Ausmaß von Carbon Leakage auf ein zielkonformes Maß zu reduzieren. Was dabei als zielkonform erachtet wird, hängt davon ab, in welchem Umfang ein Staat sich zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen in einem internationalen Abkommen verpflichtet hat, welches nationale Klimaschutzziel verfolgt wird und davon, inwieweit die Erreichung des internationalen Klimaschutzziels davon abhängt, dass es in Höhe der zugesagten nationalen Emissionsminderung auch auf globaler Ebene zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen kommt. Für den Fall, dass jede auf internationaler Ebene zugesagte Minderung nationaler Treibhausgasemissionen notwendig zur Erreichung des internationalen Klimaschutzziels wäre, müsste Carbon Leakage vollumfänglich reduziert werden.⁹⁸⁸ Zweitens müsste der Nutzen der zielkonformen Reduzierung von Carbon Leakage größer sein, als der monetäre Gegenwert der ökonomischen Ineffizienzen, d. h. der Mehrkosten, die ein Downstream ausgerichtetes Handelssystem gegenüber einem nicht sektorspezifischen Upstream-Handelssystem aufweist. Um den Nutzen der zielkonformen Reduzierung von Carbon Leakage zu bestimmen, wären zuerst das Ausmaß an möglichen Leakage-Effekten zu quantifizieren und anschließend die Folgekosten des Klimawandels zu ermitteln, die, bedingt durch Carbon Leakage, auf die Verfehlung des Klimaziels zurückgeführt werden könnten. Zur Bestimmung der Kosten – würde ein Downstream ausgerichtetes Emissionshandelssystem installiert – wäre zunächst ein entsprechendes Handelssystem zu entwerfen, auf dessen Basis eine Abschätzung der Transaktionskosten erfolgen könnte. Denn die Kosten bemessen sich nach der konkreten Ausgestaltung des Handelssystems. Ebenso wäre für eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse ein nicht sektorspezifisches Handelssystem nach dem Upstream-Ansatz zu skizzieren, und es wären auch dessen Transaktionskosten zu veranschlagen. Nach Abschätzung der möglichen Transaktionskosten könnten die möglichen ökonomischen Ineffizienzen bestimmt werden, die der Downstream-Ansatz gegenüber dem Upstream-Ansatz aufweist. Anschließend könnten Kosten

⁹⁸⁸ Sollte es nicht gelingen, Carbon Leakage im erforderlichen Umfang einzudämmen, sollte aus ökonomischer Sicht das nationale Klimaschutzziel entsprechend reduziert werden. Aus der Perspektive der internationalen Klimaschutzpolitik ist nämlich eine nationale Reduktion von Treibhausgasemissionen, die in selbiger Höhe zu Carbon Leakage führt, ebenso wenig wert wie ein entsprechend niedriger angesetztes Klimaschutzziel, bei dem es aber nicht zu Carbon Leakage kommt. Die Anpassung des nationalen Klimaschutzziels würde aber verhindern, dass es zu einer regulierungsbedingten Abwanderung von Produktionsstätten kommt. Aus volkswirtschaftlicher Sicht wäre daher die Anpassung des Klimaschutzziels die vorteilhaftere Alternative.

und Nutzen eines sektoralisierten Downstream-Ansatzes und eines nicht sektorspezifisch ausgerichteten Upstream-Handelssystems einander gegenübergestellt werden.

Auf Basis des derzeitigen Kenntnisstandes ist ein empirisch fundierter Kosten-Nutzen-Vergleich schwerlich möglich. Die empirisch ermittelten Leakage-Effekte etwa, die auf das *Europäische Emissionshandelssystem* zurückgeführt werden, sind mit zu großer Unsicherheit behaftet, als dass sie als Grundlage für eine entsprechende Quantifizierung genutzt werden könnten.⁹⁸⁹ Informationen über die Leakage-Effekte, die von anderen klimapolitischen Instrumenten hervorgerufen werden, sind zudem bislang noch gar nicht ermittelt worden. D. h., tatsächlich beobachtete Carbon Leakage-Effekte können dem *Europäischen Emissionshandelssystem* gar nicht eindeutig zugeordnet werden und unbeobachtete Leakage-Effekte, die von anderen, nicht betrachteten Instrumenten ausgelöst werden, schmälern augenscheinlich die ökologische Effizienz des *Europäischen Emissionshandelssystems*. Unbekannt sind auch die klimatischen Auswirkungen, die sich infolge von Carbon Leakage-Effekten einstellen würden, sollte es zu der in dieser Arbeit skizzierten stabilen multilateralen Koalition von Staaten, die vereinbart haben, das Threshold-Gut Klimaschutz bereitzustellen, gekommen sein. Wäre es für die Erreichung des Ziels des internationalen Klimaschutzabkommens notwendig, dass es global zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen kommt, die der Summe der zugesagten nationalen Reduktionsmengen genau entspricht, bedeutete jede Form von Carbon Leakage c. p., dass die Signifikanzschwelle für die ökologische Wirksamkeit der erbrachten Klimaschutzbeiträge nicht überschritten werden könnte. Die Kosten, die aufgrund von Carbon Leakage zu erwarten wären, entsprächen dann den Folgekosten eines ungebremsen klimatischen Wandels. Solange die multilaterale Koalition zur Bereitstellung des Threshold-Gutes Klimaschutz nicht zustande gekommen ist, fehlt allerdings eine geeignete Basis, auf der eine quantitative Abschätzung von Carbon Leakage-Effekten aufbauen könnte. Notwendig dazu wären nämlich mindestens das Wissen um das anvisierte Klimaziel, die Höhe der Klimaschutzbeiträge der teilnehmenden Staaten, Informationen über die Klimaschutzaktivitäten derjenigen Staaten, die nicht an einem Klimaschutzabkommen teilnehmen, und Informationen über die Intensität der Handelsaktivitäten zwischen den Staaten der Klimaschutzkoalition und Staaten, die der Koalition nicht angehören.

Für die folgende Darstellung eines konkreten Vorschlags zur Regulierung der Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors wird angenommen, dass die oben genannten Bedingungen, unter denen ein Downstream-Ansatz einer Ausgestaltung nach dem Upstream-Ansatz aus ökonomischer Sicht vorzuziehen wäre, zutreffen. D. h., der sektorspezifische Instrumenteneinsatz sei erstens in der Lage, das Problem des Carbon Leakage auf ein zielkonformes Maß zu reduzie-

⁹⁸⁹ Vgl. Kap. 3.3.5.

ren.⁹⁹⁰ Zweitens sei das somit verhinderte Ausmaß der Folgekosten von Carbon Leakage größer als die transaktionskostenbedingten Ineffizienzen der Downstream-Regulierung.⁹⁹¹ Unter diesen Annahmen rücken die ökonomischen, ökologischen und dynamischen Effizienzvorteile des Downstream ausgerichteten Emissionshandelssystems gegenüber dem Status quo der klimapolitischen Regulierung in den Fokus der Betrachtung.

Neben der Darstellung eines konkreten Vorschlags zur Umsetzung eines Downstream ansetzenden Emissionshandelssystems im Gebäudesektor werden die damit einhergehenden Transaktionskosten abgeschätzt. Nicht Gegenstand der weiteren Betrachtung sind die Entwicklung eines umfassenden Upstream-Handelssystems und die Bestimmung der mit einem solchen Ansatz einhergehenden Transaktionskosten. Insofern stellen die folgenden Ausführungen einen ersten Schritt auf dem Weg zur Durchführung einer umfassenden Kosten-Nutzen-Analyse von sektoralisierten Downstream-Handelssystemen dar.

5.2.3 Festlegung der Regulierungsobjekte

Nachdem als zertifikatspflichtige Personen die Betreiber von Feuerungsanlagen ausgewählt worden sind, ist in einem nächsten Schritt festzulegen, welche Emissionsmengen aus welchen Feuerungsanlagen den zertifikatspflichtigen Personen zugeordnet werden. Diese Festlegung ermöglicht die Bestimmung der Anzahl an Zertifikaten, über die ein Betreiber zum rechtmäßigen Betrieb der Feuerungsanlage verfügen muss.⁹⁹² Anlagen zur Strom- und Fernwärmeenergieerzeugung, deren Energiemengen nicht im Gebäudesektor selbst, sondern in anderen regulierten Sektoren produziert werden, sind nicht Gegenstand der Betrachtung.⁹⁹³ Dies betrifft insbesondere solche Anlagen der Energieerzeugung, die über mehr als 20 MWh Feuerungsleistung verfügen, da diese bereits im Rahmen des EU-weiten Handelssystems für Treibhausgasemissionen reguliert werden.⁹⁹⁴ Aus Praktikabilitätsgründen werden zudem die Emissionen aus mobilen „Kleinstanlagen“ zur Energieerzeugung wie Heizpilze, Grills, Camping-Kocher, Feuerzeuge, Handwärmer u. ä. nicht berücksichtigt. Anlagen, in denen keine fossilen Energieträger eingesetzt werden, wie es u. a. bei Biogasanlagen, Holzpellettheizungen oder Solaranlagen der Fall ist, fallen ebenfalls nicht unter das Handelssystem. Erfasst werden im Rahmen dieses Ansatzes diejenigen

⁹⁹⁰ In diesem Zusammenhang bedeutet Zielkonformität, dass die Carbon Leakage-Effekte keinen Umfang annehmen, der dazu führt, dass der auf internationaler Ebene zugesagte nationale Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen faktisch nicht erbracht wird.

⁹⁹¹ Unter der in Kap 4.2.1.1. formulierten Bedingung, dass jeder zugesagte Klimaschutzbeitrag eines jeden Mitglieds der multilateralen Koalition zum Schutz des Klimas notwendig sei, um das vereinbarte klimapolitische Ziel realisieren zu können, wäre dies der Fall.

⁹⁹² Vgl. *OECD (2001)*: S. 29.

⁹⁹³ Diese Anlagen stellen bereits in anderen Sektoren Regulierungsobjekte dar. Ihre Einbeziehung würde somit analog zur Doppelbesteuerung eine doppelte Belastung bedeuten.

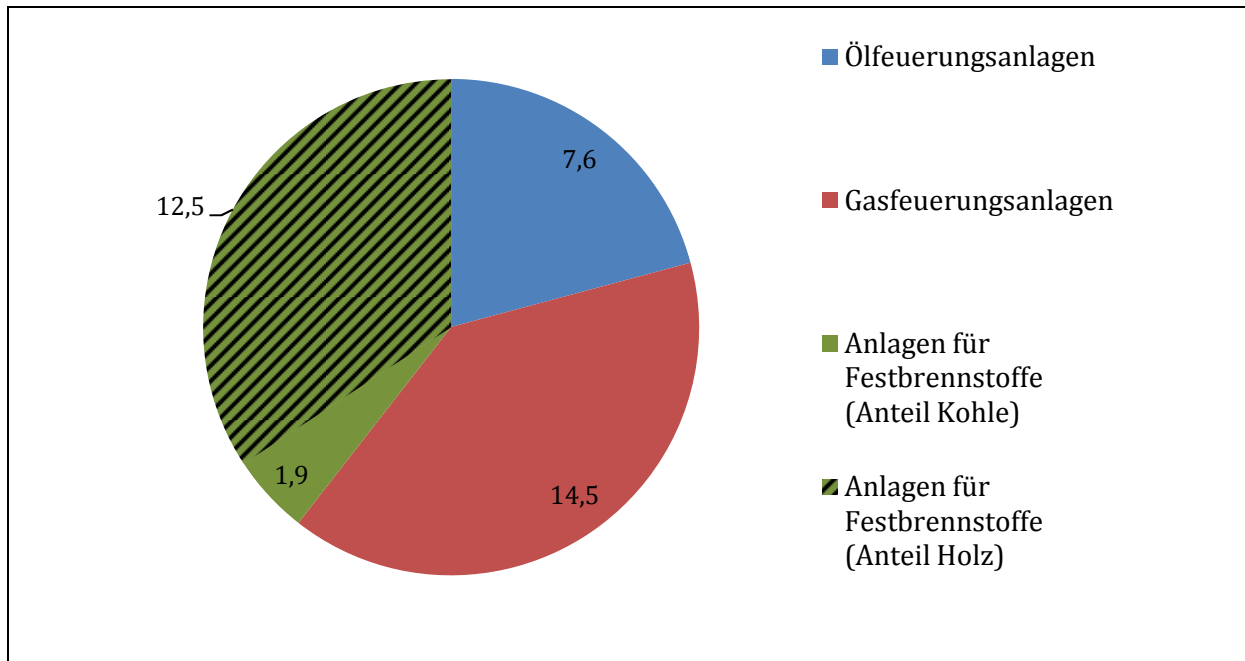
⁹⁹⁴ Für eine Beschreibung der Anlagen, die unter das *Europäische Emissionshandelssystem* fallen, siehe Kap. 4.3.1.

Treibhausgasemissionen, die direkt infolge der Endenergieproduktion im Gebäudesektor, aufgrund des Betriebs von mit fossilen Brennstoffen bestückten Heizungs- und Stromerzeugungsanlagen, anfallen. Nicht erfasst werden die mittelbaren, prozessbedingten Treibhausgasemissionen. D. h., die Betreiber von Verbrennungsanlagen sollen nicht dazu verpflichtet werden, Berechtigungen für die Treibhausgasemissionen vorzuweisen, die innerhalb des Produktionsprozesses von Heizungsanlagen anfallen. Ebenso unterbleibt eine Erfassung derjenigen Treibhausgasemissionen, die prozessbedingt bei der Produktion von Materialien und Anlagen erzeugt werden, die für die Realisierung passiver energetischer Sanierungsmaßnahmen notwendig sind.⁹⁹⁵ Das Handelssystem ist vielmehr so auszugestalten, dass Prozessemissionen dort reguliert werden, wo sie anfallen. Das bedeutet, der Produzent selbst wäre zur Vorlage von Emissionsberechtigungen für die von ihm verursachten Emissionsmengen verantwortlich. Von Regulierungsinteresse sind im Gebäudesektor immobile Feuerungsanlagen, in denen unter Einsatz fossiler Brennstoffe direkt nutzbare Endenergie erzeugt wird. Im Gebäudesektor sind dies die sog. Kleinfeuerungsanlagen.⁹⁹⁶ In *Abbildung 5c* wird gezeigt, wie sich der Bestand in *Deutschland* installierter Kleinfeuerungsanlagen nach Art der eingesetzten Energieträger zusammensetzt.

⁹⁹⁵ Einen solchen Vorschlag, die in vorgelagerten Produktionsprozessen anfallenden Treibhausgasemissionen im Sinne einer Ökobilanzierung in einem Emissionshandelssystem zu berücksichtigen, unterbreitet *Messari-Becker, L. (2006)*: S. 28 ff. Dies ist für das hier vorgeschlagene Handelssystem m. E. abzulehnen. Insofern die Produzenten von Heizungsanlagen oder Baustoffen dem Industriesektor zugeordnet sind, werden sie bereits effizient durch das *Europäische Emissionshandelssystem* reguliert. Sind sie dem Sektor Gewerbe, Handel Dienstleistungen zuzuordnen oder fallen die Anlagen der Produzenten unter die Mindestgröße von 20 MWh Feuerungsleistung, würden sie unter das hier vorgestellte Handelssystem fallen.

⁹⁹⁶ Vgl. für technische Spezifika *1. BImSchV (2010)*. In Bezug auf Bauart, Größe, Leistung und Nutzungsintensität ist der Bestand an Kleinfeuerungsanlagen sehr heterogen. Zum Einsatz kommen sowohl relativ kleine, sog. Einzelraumfeuerungsanlagen, wie Öfen, Herde und Kamine, mit etwa 4 kWh Nennwärmeleistung sowie Block- und Zentralheizungen mit über 50 kWh mittlerer Leistung. Neben diesen Kleinfeuerungsanlagen kommen aber auch größere, genehmigungspflichtige Anlagen mit mehreren Megawatt Nennleistung im Gebäudebereich zum Einsatz. Vgl. *UBA (2010)*: S. 232 f. und *Struschka, M. et al. (2008)*: S. 11 f.

Abbildung 5c: Bestand installierter Kleinfeuerungsanlagen in Deutschland nach Art des eingesetzten Energieträgers (Angaben in Mio. für das Jahr 2005)



Quelle: Eigene Darstellung nach *Struschka, M. et al. (2008): S. 10* und *Diefenbach, N. et al. (2010): S. 82*.

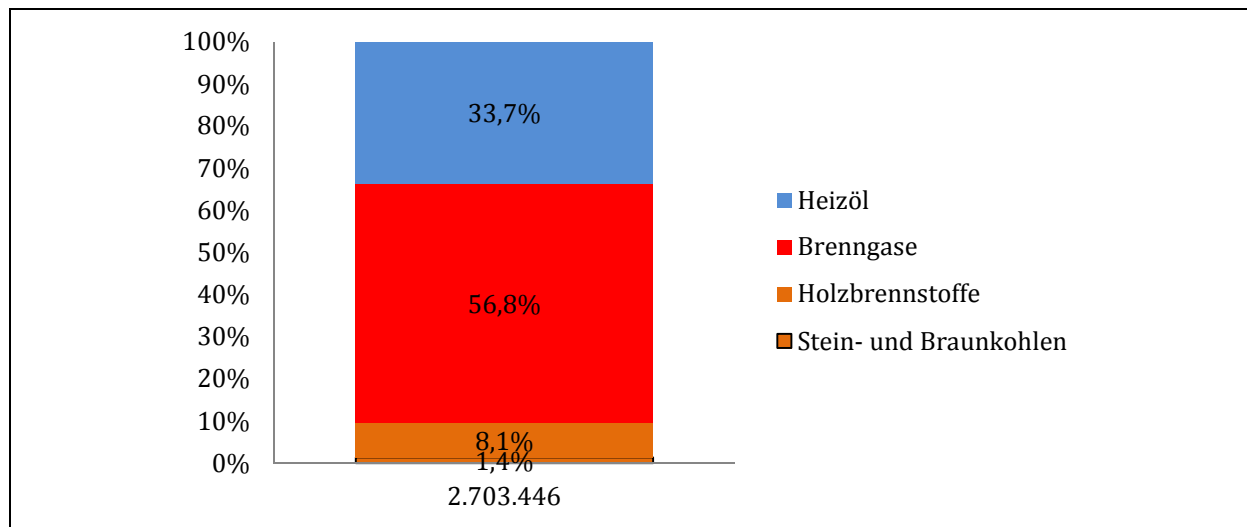
Im Jahr 2005 waren in *Deutschland* insgesamt mehr als 36,5 Mio. Kleinfeuerungsanlagen installiert, davon 34,5 Mio. im Haushaltssektor und 2 Mio. im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen. Getrennt nach Energieträgern hatten daran die etwa 14,5 Mio. Gasfeuerungsanlagen und die etwa 14,4 Mio. Anlagen für Festbrennstoffe die größten Anteile. Der Bestand an Ölfeuerungsanlagen betrug ca. 7,6 Mio. Stück.⁹⁹⁷ Allerdings sind nicht sämtliche der von diesen Anlagen emittierten Mengen CO₂ innerhalb des Emissionshandelssystems zu berücksichtigen. So sind zwar in großer Zahl Festbrennstoffanlagen installiert, ihre Bedeutung für die zu regulierenden Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors ist aber gering. Lediglich in rund 13 % der in Gebäuden installierten Festbrennstoffanlagen wird Kohle als Energieträger verwendet. Die Zahl der einzubeziehenden Festbrennstofföfen sinkt deswegen auf rund 1,9 Mio. Anlagen.⁹⁹⁸ Weil Biomasse keinen fossilen Kohlenstoff enthält, bedeutet dies, dass für die während des Betriebs der 12,6 Mio. anderen Festbrennstoffanlagen entstehenden CO₂-Emissionen keine Emissionsberechtigungen vorgelegt werden müssen. Der Brennstoff Kohle hat im Gebäudesektor kaum mehr

⁹⁹⁷ Vgl. *Struschka, M. et al. (2008): S. 10*.

⁹⁹⁸ Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010): S. 82*. *Diefenbach et al.* bieten einen Überblick über die Beheizungsstruktur im Gebäudebestand. In 6,3 % der Gebäude werden Festbrennstoffanlagen als überwiegend eingesetzte Systeme verwendet. Davon werden in 5,5 % der Gebäude Anlagen betrieben, die mit Biomasse und in 0,7 % der Gebäude Anlagen betrieben, die mit Kohle befeuert werden. Eine Übertragung dieses Verhältnisses auf die Anzahl der Festbrennstofföfen bedeutet, dass rund 1,9 Mio. der 14,4 Mio. installierten Anlagen mit Kohle befeuert werden.

eine Bedeutung.⁹⁹⁹ Das spiegelt auch *Abbildung 5d* wider, in der die Anteile der einzelnen Energieträger an der gesamten Endenergieproduktion des Gebäudesektors dargestellt sind.

**Abbildung 5d: Endenergieverbrauch der Kleinfeuerungsanlagen nach Energieträgern
(Angaben in Terajoule, bezogen auf das Jahr 2005)**



Eigene Darstellung nach *Struschka, M. et al. (2008): S. 22.*

Die Wärmeenergiemengen werden zu über 90 % (33,7 % Heizöl und 56,8 % Brenngase) in den mit Heizöl und Gas betriebenen Anlagen produziert.¹⁰⁰⁰ Etwas mehr als 8 % werden hauptsächlich mit dem Einsatz von Holz erzeugt. Nicht einmal 1,5 % der produzierten Energiemengen gehen auf die Verbrennung von Kohle zurück.¹⁰⁰¹ Insgesamt liegt die Anzahl der in das Handelssystem einzubeziehenden Anlagen bei circa 24 Mio. Aufgrund dieser Anzahl an Regulierungsobjekten wird die Umsetzbarkeit des Handelssystems davon abhängen, ob es gelingt, ein Kontrollsystem zu implementieren, mit dem die Betriebsintensität jener Anlagen bzw. deren Verbrauch an Brennstoffen kostengünstig beobachtet und von Dritten nachvollzogen werden kann.¹⁰⁰²

⁹⁹⁹ Festbrennstoffanlagen, die mit Kohle betrieben werden, sind nahezu ausschließlich in dem vor 1978 errichteten Altbaubestand installiert. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010): S. 85.* Generell haben Festbrennstoffanlagen eine geringe Bedeutung. Wegen ihrer Ineffizienzen werden sie hauptsächlich als zusätzliche Wärmequellen benutzt. Vgl. *Struschka, M. et al. (2008): S. 23.*

¹⁰⁰⁰ Hiervon entfallen 33,7 % auf Heizöl und 56,8 % Brenngase.

¹⁰⁰¹ Vgl. *Struschka, M. et al. (2008): S. 22, S. 26 und S. 30.* Insgesamt wurden mit den installierten Kleinfeuerungsanlagen im Jahr 2005 rund 2.744 Petajoule Energie produziert. Vgl. *Struschka, M. et al. (2008): S. 22.* Auf diese Feststellung der relativen Bedeutungslosigkeit des Einsatzes von Kohle als Energieträger wird in Kap. 5.3.3 zurückzukommen sein, wenn die Etablierung eines Monitoring-Systems diskutiert wird.

¹⁰⁰² Ist das der Fall, kann das System als institutionell beherrschbar und damit auch als umsetzbar eingestuft werden. Vgl. *Lambrecht, U. et al. (2003): S. 108.*

5.2.4 Erschaffung und grundlegende Gestaltungsmerkmale von Emissionsrechten

Nachdem der Cap, der zertifikatpflichtige Personenkreis und die Bemessungsgrundlage für die Pflicht zur Vorlage von Emissionsberechtigungen bestimmt worden sind, kann die insgesamt als zulässig bestimmte Emissionsmenge in wohldefinierte, handelbare Einheiten unterteilt, als Emissionsrechte verbrieft und den Regulierungssubjekten angeboten werden. Am Ende dieses Vorgangs steht die Etablierung eines innerhalb des Gebäudesektors frei übertragbaren Bündels an Verfügungsrechten zur Nutzung der Atmosphäre als Deponie für Kohlendioxid.¹⁰⁰³

Der Preis für Emissionsberechtigungen orientiert sich dabei grundsätzlich an deren Knappheit. Diese hängt von der Höhe des gesetzten Caps ab und davon, wie hoch die Emissionsmenge ausfallen würde, wenn die Emissionsmenge nicht künstlich verknappt werden würde. Die Zielformulierungen für den Gebäudesektor bis 2020 und 2050 würden eine solche Knappheitssituation sicherstellen und zu positiven Preisen für Emissionsberechtigungen führen.¹⁰⁰⁴ Neben der Cap-Festsetzung sind die Ausgestaltungsmerkmale der Emissionsrechte festzulegen, die bestimmen, welchen Anteil an den zulässigen Gesamtemissionen ein einzelnes verbrieftes Emissionsrecht repräsentiert.¹⁰⁰⁵ Darüber gibt die sog. Nennmenge eines Emissionsrechts in Verbindung mit der Angabe zur zeitlichen Gültigkeit der Emissionsberechtigung Auskunft.

Mit der Festlegung der Nennmenge, über die eine verbriefte Emissionsberechtigung lautet, wird diejenige Menge an Treibhausgasemissionen bestimmt, zu welcher der Besitz eines Emissionsrechts berechtigt.¹⁰⁰⁶ Diese Nennmenge kann in absoluten Mengeneinheiten, aber auch als bestimmter Anteil des gesamten Emissionsbudgets prozentual formuliert sein.¹⁰⁰⁷ Bei der Festlegung sind u. U. Teilbarkeitsprobleme zu beachten.

Die Angaben zur zeitlichen Gültigkeit bestimmen, wie oft und in welchem Zeitraum das Recht zur Emission der verbrieften Menge Treibhausgase eingesetzt werden kann. Möglich ist die Ausgestaltung als einmalig oder mehrmalig einsetzbares Recht.¹⁰⁰⁸ Ist es als einmaliges Recht ausgestaltet, kann jedes Emissionsrecht nur einmal eingesetzt werden. Ist es als mehrmalig einsetzbares Recht ausgestaltet, kann es jährlich jeweils einmal eingesetzt werden. Der Einsatzzeitraum kann dabei auf eine bestimmte Anzahl Jahre oder die gesamte Handelsperiode beschränkt werden.

¹⁰⁰³ Damit wird eine eindeutige Beziehung zwischen dem zugrundeliegenden physischen Übernutzungsphänomen der Umweltressource und der schädigenden Aktivität hergestellt. Vgl. *OECD (2001)*: S. 24 f.

¹⁰⁰⁴ Vgl. Kap. 5.2.1.

¹⁰⁰⁵ Vgl. *OECD (2001)*: S. 25 f. Siehe auch *Junkernheinrich, M. (1998)*: S. 212 f.

¹⁰⁰⁶ Vgl. *Petrick, K. (2003)*: S. 95.

¹⁰⁰⁷ Vgl. *Petrick, K. (2003)*: S. 96.

¹⁰⁰⁸ Vgl. für eine Analyse der verschiedenen Ausgestaltungsvarianten *Petrick, K. (2003)*: S. 90 f. oder *Cansier, D. (1998)*: S. 99 f.

Mit Blick auf eine mögliche Verknüpfung des hier vorgeschlagenen Systems mit anderen bestehenden Handelssystemen wie dem *Europäischen Emissionshandelssystem*, bietet es sich an, die Ausgestaltungsmerkmale der im *Europäischen Emissionshandelssystem* gehandelten Emissionsrechte zu übernehmen. Eine solche unmittelbare Übernahme würde bedeuten, dass ein Emissionsrecht zur Emission einer Tonne Kohlendioxid berechtigt. Da die Treibhausgasemissionen auf Ebene einzelner Regulierungssubjekte im Gebäudesektor oft erheblich kleinere Mengen umfassen, als es in der Großindustrie der Fall ist, könnte es allerdings angebracht sein, die Emissionsrechte auf eine um eine Zehnerpotenz niedrigere Menge, von z. B. 100 kg CO₂, lauten zu lassen. So könnte verhindert werden, dass ein Handel mit sog. Bruchstücken, d. h. Teilen von Emissionsberechtigungen, notwendig wird.¹⁰⁰⁹

Eine dem *Europäischen Emissionshandelssystem* möglichst ähnliche Ausgestaltung impliziert auch, dass die Umweltbehörde eine zeitlich begrenzte Handelsperiode bestimmt, innerhalb der die ausgegebenen Emissionsrechte frei eingesetzt werden dürfen. Hier bietet sich für eine erste Handelsperiode der im Rahmen des *Europäischen Emissionshandelssystems* gewählte Zeithorizont bis zum Jahr 2020 an. Zudem ist bis zu jenem Jahr für den Gebäudesektor bereits ein Klimaziel formuliert.¹⁰¹⁰ Die Ausgabe der Emissionsberechtigungen könnte im jährlichen Rhythmus erfolgen und ein im Vorfeld bestimmtes, jährliches Emissionsbudget umfassen.

Nach Ablauf eines jeden Jahres wären die Emittenten dazu verpflichtet, der Umweltbehörde eine Anzahl Emissionsberechtigungen nachzuweisen, deren zusammengezählte Nennmenge der Menge emittierter Mengen Treibhausgase entspricht. Die ausgegebenen Emissionsrechte würden also jeweils einmalig zum Ausstoß der verbrieften Emissionsmenge berechtigen. Sollten erworbene Emissionsberechtigungen im Ausgabejahr nicht genutzt worden sein, sind sie in den darauf folgenden Jahren derselben Handelsperiode nutzbar und handelbar; dies wird als „banking“ bezeichnet.¹⁰¹¹ Zur Reduzierung kurzfristig übermäßig stark wirkender Anreize zur Reduktion von Treibhausgasemissionen, könnte die jährlich in Umlauf gebrachte Emissionsrechtmenge entsprechend einem vorgegebenen Emissionspfad absinken, bis das anvisierte Emissionsreduktionsziel zum Ende der Handelsperiode erreicht wird.¹⁰¹²

¹⁰⁰⁹ Eine kleine Stückelung kann dazu beitragen, das Teilbarkeitsproblem zu lösen. Vgl. *Heister, J. et al. (1991)*: S. 111. Technisch könnte zwar ein Handel mit Bruchstücken eines über eine Tonne lautenden Zertifikates gewährleistet werden. So kann bspw. ein Besitzer von Anteilen an einem offenen Kapitalmarktfonds auch Bruchstücke eines Anteils an seine Hausbank oder einen anderen Finanzintermediär veräußern. Gegen einen Handel mit Bruchstücken auf dem Zertifikatemarkt spricht aber die fehlende Nachvollziehbarkeit von Handelstransaktionen, wenn Anteile von Emissionsberechtigungen separat gehandelt werden könnten.

¹⁰¹⁰ Vgl. Kap. 5.2.1.

¹⁰¹¹ Vgl. *Petrack, K. (2003)*: S. 92.

¹⁰¹² Mit dieser Ausgestaltung wird auf das sog. „borrowing“, d. h., die vorzeitige Nutzung von Emissionsrechten eines auf ein aktuelles Handelsjahr folgenden Emissionsbudgets, verzichtet. Zwar würde dies den Emittenten eine flexiblere und damit womöglich kostengünstigere Anpassung an die Emissionsmengenbegrenzungen ermöglichen und einen kurzfristig stark ansteigenden Zertifikatpreis verhindern. Je mehr solcher „zukünftigen“ Rechte aber bereits in der aktuellen Handelsperiode eingesetzt

Um größere Preisvolatilitäten gerade zum Ende einer Handelsperiode zu vermeiden, ist zu bestimmen, inwieweit nicht ausgeübte Emissionsberechtigungen auch in nachfolgende Handelsperioden übertragen werden können.¹⁰¹³ Sollte sich die Zielformulierung ändern und in der Folgeperiode ambitionierter ausfallen, könnte es sich anbieten, die Emissionsberechtigungen der alten Periode mit entsprechenden Abschlägen in neue Emissionsrechte umzutauschen.¹⁰¹⁴

5.3 Entwurf für ein Cap and Trade-System nach dem Downstream-Ansatz

Mit der Bestimmung des sektoralen Emissionsziels, der Auswahl von Regulierungssubjekten und -objekten sowie der Festlegung der Gestaltungsmerkmale der Emissionsberechtigungen sind mögliche Rahmenbedingungen für ein funktionsfähiges sektorales Emissionshandelssystem im Gebäudesektor skizziert worden. Um darüber hinaus die Erreichung des ökologischen Ziels und die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit des Marktes für Emissionsrechte sicherzustellen, sind allerdings auch einige konkrete Details in Bezug auf die praktische Implementierung des Handelssystems zu klären.¹⁰¹⁵ Erstens ist der Erstausgabemechanismus für die konstituierten Emissionsberechtigungen auszuwählen. Zweitens ist festzulegen, wie die Emissionsrechte von den regulierten Wirtschaftssubjekten gehandelt werden dürfen. Drittens ist die Frage zu beantworten, wie die Einhaltung der Regeln durch die regulierten Wirtschaftssubjekte sichergestellt werden soll.

Im Mittelpunkt der nun folgenden Erörterungen von Vorschlägen für die institutionelle Ausgestaltung entsprechender Systeme stehen Fragen der praktischen Umsetzbarkeit und der Operationalisierung von Ziel- und Kontrollgrößen. Von ihrer praktischen Ausgestaltung wird es nämlich abhängen, ob damit gerechnet werden kann, dass die mit dem sektoralen Emissionshandelssystem einhergehenden Transaktionskosten ein möglichst niedriges Niveau erreichen und sich in einem akzeptablen Rahmen bewegen werden. Aufgrund der großen Anzahl zu regulierender Wirtschaftssubjekte sollte der vorhandene Gestaltungsspielraum zur Minimierung der

werden, desto größer würden die Anpassungslasten in der Zukunft ausfallen. Tritt dann die von den Emittenten erhoffte Minderung der Vermeidungskosten im Zeitablauf nicht ein, sind umso größere Vermeidungsanstrengungen durchzuführen. Die damit verbundenen finanziellen Lasten könnten ein starkes Argument für die Aushöhlung der klimapolitischen Zielformulierung darstellen, wenn die Emittenten erklären, dass sie sich außer Stande sehen, die von ihnen antizipierten Emissionsminderungen auch tatsächlich zu realisieren. Vgl. hierzu *Petrick, K. (2003): S. 94* oder *OECD (2001): S. 42*.

¹⁰¹³ Die fehlende Möglichkeit des „bankings“ zwischen der ersten und der zweiten Handelsperiode des *Europäischen Emissionshandelssystems* begünstigte maßgeblich den nach Bekanntwerden der Überallokation einsetzenden, nahezu vollständigen Preisverfall der Emissionszertifikate in der ersten Handelsperiode. Vgl. *Convery, F. J./Ellerman, D./De Perthuis, C. (2008): S. 13*.

¹⁰¹⁴ Vgl. *OECD (2001): S. 42*.

¹⁰¹⁵ Vgl. *OECD (2001): S. 33*.

Transaktionskosten ausgenutzt werden. Aus Vereinfachungsgründen wird im Folgenden von der „Umweltbehörde“ gesprochen, wenn der Träger des Emissionshandelssystems benannt wird.¹⁰¹⁶

5.3.1 Zur Auswahl eines Primärallokationsverfahrens

Die Konstruktion von Verfügungsrechtbündeln, die von Marktteilnehmern gehandelt werden sollen, stellt die Umweltbehörde vor die Aufgabe, einen Mechanismus auszuwählen, mit dem jene CO₂-Emissionsberechtigungen erstmalig auf die Wirtschaftssubjekte übertragen werden.

Im Folgenden werden einige übliche Verfahren der Erstallokation, die sich für das Emissionshandelssystem im Gebäudesektor eignen könnten vorgestellt und diskutiert. Dabei wird zwischen unentgeltlichen und preisbildenden Verfahren unterschieden.¹⁰¹⁷ Zuvor jedoch wird verdeutlicht, welche Bedeutung das Verfahren der Erstallokation für die Allokation der Emissionsberechtigungen auf dem nachgelagerten Sekundärmarkt hat und warum Effizienzüberlegungen bei der Auswahl des Verfahrens eine zentrale Rolle spielen sollten.

5.3.1.1 Zur Bedeutung des Primärallokationsverfahrens

Herrschte vollkommener Wettbewerb auf dem Markt für Emissionsberechtigungen vor, würde sich unabhängig vom Vorgang der Erstallokation ein ökonomisch effizientes Marktgleichgewicht infolge der individuell-rationalen Entscheidungen der Marktteilnehmer einstellen, in dem sich der Preis für ein Emissionsrecht und die Grenzkosten der Emissionsvermeidung entsprechen.¹⁰¹⁸ Lägen die entsprechenden Bedingungen vor, wäre die Festlegung des Erstallokationsverfahrens aus umweltökonomischer Sicht von relativ geringem Interesse. Denn das effiziente Marktgleichgewicht würde sich völlig unabhängig von der Ausgangsverteilung einstellen. Die Umweltbehörde könnte in diesem Fall das Erstallokationsverfahren beliebigen bspw. verteilungspolitischen Überlegungen folgend ausgestalten.¹⁰¹⁹

Die Bedingungen, freilich, die den vollkommenen Wettbewerb charakterisieren, lassen sich schwerlich herstellen.¹⁰²⁰ Zwar ist die Anzahl der potenziellen Marktteilnehmer mit der Auswahl der Anlagenbetreiber als zertifikatpflichtigem Personenkreis groß genug, damit sich

¹⁰¹⁶ Bei der Realisierung des Systems böte es sich an, auf der bestehenden Expertise von Bundes- und Landesumweltämtern bzw. der *Deutschen Emissionshandelsstelle* in Bezug auf die Funktionsweise von Emissionshandelsmärkten aufzubauen und diese mit den entsprechenden Aufgaben zu betrauen.

¹⁰¹⁷ Vgl. *Petrick, K. (2003)*: S. 113 oder *Tietenberg, T. H. (2006)*: S. 128. Es ist auch möglich, beide Verfahren miteinander zu kombinieren. Die in der weiteren Betrachtung vorgestellten Vor- und Nachteile, Eigenschaften und Auswirkungen gelten dann jeweils nur teilweise bzw. eingeschränkt. Vgl. *OECD (2001)*: S. 36.

¹⁰¹⁸ Vgl. Kap. 4.2.4.2.

¹⁰¹⁹ Vgl. für diese Argumentation und die Vorstellung der dafür notwendigen Bedingungen *Montgomery, W. D. (1972)*: S. 409.

¹⁰²⁰ Für eine Diskussion der Bedingungen zur Sicherstellung der Unabhängigkeit der Markteffizienz von der Ausgangsverteilung siehe *Baumol, W. J./Oates, W. E. (1988)*, *Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992)*: S. 685 ff. oder *Stavins, R. (1995)*: S. 136.

wettbewerblich bestimmte Preise einstellen können. Auch sind die Emissionsrechte derart homogen, dass sich auch dann ein einheitlicher Preis einstellen könnte, wenn sie auf unvollkommenen Märkten gehandelt werden. Als problematisch kann sich aber die Existenz von Transaktionskosten herausstellen.¹⁰²¹ Die Marktteilnehmer müssen Such- und Informationskosten auf sich nehmen, um festzustellen, wie viele Emissionsberechtigungen sie in einer Handelsperiode benötigen und wie viele sie mit anderen handeln wollen. Sie wenden Kosten für die Vertragsanbahnung, und -verhandlung sowie für die Entscheidungsfindung auf. Schließlich entstehen auch Kosten der Vertragsdurchsetzung und des Monitorings.¹⁰²² Da Transaktionskosten Ressourcen binden, kann ihre Existenz zu Friktionen auf dem Markt für Emissionsberechtigungen führen. Abhängig davon, wie hoch die Transaktionskosten ausfallen, verringert sich der Gewinn, der mit einer Markttransaktion erzielt werden kann. Das bedeutet, mit steigenden Transaktionskosten steigen auch die Opportunitätskosten einer Transaktion auf dem Markt für Emissionsrechte. Müssen die auf dem Markt tätigen Akteure Transaktionskosten in ihren Entscheidungen berücksichtigen, führt dies dazu, dass sich das erzielbare Marktergebnis von demjenigen unterscheidet, welches bei vollständiger Konkurrenz zu erwarten gewesen wäre.¹⁰²³ Und wenn bestimmte Transaktionsvolumina nicht zur Ausführung kommen, verbleiben jene nicht gehandelten Emissionsberechtigungen bei den ursprünglichen Rechteinhabern. Damit ist eine von der Ausgangsverteilung unabhängige Allokation auf dem Sekundärmarkt nicht mehr gewährleistet.¹⁰²⁴ Vor diesem Hintergrund sind bereits bei der Festlegung eines Erstaussgabeverfahrens die Transaktionskosten eines Handelssystems zu berücksichtigen.¹⁰²⁵

Neben den beschriebenen Wirkungen auf die Markteffizienz hat das Erstallokationsverfahren auch Wirkungen auf die Vermögens- und Einkommensverteilung. Da vorhandene Zahlungsbereitschaften nachfragewirksam werden, sobald sich die CO₂-Emissionsberechtigungen auf dem Markt befinden, wird mit der Auswahl des Verfahrens der Erstallokation zugleich auch

¹⁰²¹ Eine gute Einführung zur Bedeutung von Transaktionskosten in der Analyse und Beurteilung der Eigenschaften verschiedener Regulierungsinstrumente bietet *Tietenberg, T. H. (1998): S. 25 f.*

¹⁰²² Vgl. *Stavins, R. (1995): S. 134 f.* Zu den Transaktionskosten eines Emissionshandelssystems gehören einmalige Implementierungskosten und wiederkehrende Kosten des Handels und des Monitorings, die sowohl auf Seiten der regulierten Wirtschaftssubjekte als auch auf Seiten der Umweltbehörde anfallen. Hierzu zählen Kosten der rechtlichen Normensetzung, Kosten zum Aufbau einer Verwaltungsinfrastruktur, Kosten zur Herstellung politischer Akzeptanz, ebenso die Kosten der Ausgestaltung der Emissionsrechte, deren Befristung, der Abgrenzung des Marktes, der Bestimmung des Kreises der zertifikatpflichtigen Personen und der Durchführung des Erstvergabeverfahrens. Die Transaktionskosten des reinen Marktmanagements dürften gering ausfallen. Vgl. hierzu *Bonus, H./Häder, M. (1998): S. 35 ff.* Siehe hierzu auch *Kemper, M. (1993): S. 190 ff.*

¹⁰²³ Vgl. *Stavins, R. (1995): S. 138.*

¹⁰²⁴ Vgl. *Tietenberg, T. H. (1998): S. 25.* Siehe auch *Stavins, R. (1995): S. 142 f.* Stattdessen hängt es vom Verlauf der Transaktionskostenkurve ab. Vgl. hierzu *Stavins, R. (1995): S. 141.* Nur bei konstanten Grenzkosten, lässt sich die These der Unabhängigkeit der Ausgangsverteilung von der Marktallokation aufrecht erhalten.

¹⁰²⁵ Vgl. *Stavins, R. (1995): S. 143 f.*

darüber entschieden, wem die Erlöse der Ausgabe handelbarer Emissionsrechte zufallen.¹⁰²⁶ Weil die Art der Vergabe von CO₂-Emissionsberechtigungen erhebliche Konsequenzen für die Vermögenspositionen der regulierten Wirtschaftssubjekte haben kann, ist mit starker Rent Seeking-Aktivität durch die entsprechenden Wirtschaftssubjekte zu rechnen.¹⁰²⁷ Rent Seeking-Aktivitäten haben aber wohlfahrtsmindernde Wirkungen, weil der dazu notwendige Einsatz von Ressourcen ausschließlich der Aneignung bereits vorhandener oder in Aussicht stehender (Umverteilungs-)Renten dient.¹⁰²⁸ Auch dieses Verhalten gilt es bei der Festlegung eines Erstaussgabemechanismus zu beachten. Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist ein Verfahren zu wählen, das möglichst geringe Anreize für solche Rent Seeking-Aktivitäten bietet.

5.3.1.2 Unentgeltliche Zuteilungsverfahren

Ein besonders häufig diskutiertes und angewendetes Verfahren stellt das sog. Grandfathering dar.¹⁰²⁹ Die Zuteilung von Emissionsberechtigungen an die zertifikatpflichtigen Personen erfolgt hierbei auf Basis individuell ermittelter, vergangenheits- und anlagenbezogener Emissionsmengen.¹⁰³⁰ So werden aus den faktischen Emissionsrechten verbrieft Emissionsberechtigungen und die bisherigen Besitzstände bleiben zunächst erhalten.¹⁰³¹ Aus Sicht der regulierten Emittenten ist das attraktiv, sichert ihnen das Grandfathering-Verfahren doch die Erzielung von Renten aus Investitionen zu, die im Vertrauen auf die zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung geltende Rechtsordnung vorgenommen worden sind.¹⁰³² Als nachteilig könnten sich für die

¹⁰²⁶ Vgl. für diese Überlegung bereits *Montgomery, W. D. (1972)*: S. 409.

¹⁰²⁷ Beobachtungen zeigen, dass die in den beiden wegweisenden US-amerikanischen Emissionshandelsprogrammen „RECLAIM“ und „ARP“ vorgenommenen kostenlosen Erstzuteilungen den zentralen Ansatzpunkt für Rent Seeking-Aktivitäten der regulierten Wirtschaftssubjekte bildeten. Vgl. *Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998)*: S. 160 f. Zu einer ähnlichen Beurteilung des Erstvergabeverfahrens im Rahmen der Einführung des *Europäischen Emissionshandelssystems* kommt der *Sachverständigenrat für Umweltfragen*. Vgl. hierzu auch *SRU (2008)*: S. 147 f.

¹⁰²⁸ Sowohl die ökologische als auch die ökonomische Effizienz können dabei beeinträchtigt werden. Infolge der Rent Seeking-Aktivitäten kam es in den „RECLAIM“ und „ARP“-Programmen zu einer Überausstattung der Emittenten mit Emissionsrechten, und es wurden in den ersten Regulierungsjahren keine nennenswerten Reduktionsleistungen erzielt. Vgl. *Tietenberg, T. H. (2006)*: S. 129 f. Mittlerweile haben sich Knappheitspreise für die dort vornehmlich gehandelten Berechtigungen zur Emission von Schwefeldioxid gebildet, weil bereits bei Einführung des Programms ein abnehmender Cap im Zeitablauf festgelegt wurde. Ohne die politische Einflussnahme würden die jährlichen prozentualen Absenkungen des Caps allerdings zu einer weitaus größeren Umweltentlastung führen. Auch im Rahmen der Einführung des *Europäischen Emissionshandelssystems* kam es infolge erfolgreicher Rent Seeking-Bemühungen zu einer Überausstattung der Emittenten mit Emissionsrechten und einem damit einhergehenden Preisverfall in der ersten Handelsperiode. Vgl. *Convery, F. J./Ellerman, D./De Perthuis, C. (2008)*: S. 10 sowie Kap. 4.3.1. Einen umfassenden Überblick über die Rent Seeking-Aktivitäten der deutschen Elektrizitätswirtschaft im Rahmen der Einführung des Emissionshandelssystems in *Deutschland* bietet *Zöckler, J. (2004)*. Für die grundlegende Darstellung der wohlfahrtsmindernden Folgen von Rent Seeking-Aktivitäten siehe *Tullock, G. (1967)*.

¹⁰²⁹ Vgl. *Tietenberg, T. H. (2006)*: S. 128 oder *OECD (2001)*: S. 36.

¹⁰³⁰ Als zeitliche Bezugsgröße werden in verschiedenen Emissionshandelssystemen einzelne Jahre, feststehende Perioden oder auch rollierende Basisjahre ausgewählt. Vgl. *Tietenberg, T. H. (2006)*: S. 129 f.

¹⁰³¹ Vgl. *Bonus, H. (1990)*: S. 350 f.

¹⁰³² Vgl. *Bonus, H./Häder, M. (1998)*: S. 38.

Emittenten die Kosten erweisen, die für die Ermittlung der vergangenheitsbezogenen Emissionsdaten aufgewendet werden müssen. Weil es sich um ein anlagenbezogenes Zuteilungssystem handelt, müssen die Informationen nämlich an jeder einzelnen Anlage erhoben werden. Eine zentrale Herausforderung bei der Umsetzung des Grandfathering-Verfahrens besteht darin, die Richtigkeit dieser Emissionsdaten, die von den Regulierungssubjekten an die Umweltbehörde übermittelt werden, festzustellen. Da sich die Höhe der Zuteilung von Emissionsrechten nach den Emissionsaktivitäten in der Vergangenheit richtet, diesbezügliche Informationen aber nur auf Seiten der Emittenten vorliegen, besteht für diese der Anreiz, auch unzutreffende Daten zu übermitteln, die eine möglichst hohe Emissionsaktivität belegen. Um die Richtigkeit der übermittelten Informationen sicherzustellen, müssten die Angaben der Emittenten verifiziert werden.¹⁰³³ Unabhängig davon, ob die Umweltbehörde die Überprüfung selbst vornimmt oder von einer unabhängigen Prüfungsinstanz vornehmen lässt, fallen damit weitere Transaktionskosten an, die von der Anzahl Anlagen abhängen, die in das Handelssystem einbezogen wurden.¹⁰³⁴

Aus umweltökonomischer Sicht ist die Zuteilung nach dem Grandfathering-Verfahren insbesondere aus zwei Gründen als problematisch zu beurteilen. Erstens stellt diese Art der Zuteilung einen Markteingriff mit wettbewerbsverzerrenden Folgen für die regulierten Wirtschaftssubjekte dar. Altemittenten werden bevorzugt, weil sie kostenlos mit Emissionsberechtigungen versorgt werden.¹⁰³⁵ Neuemittenten, d. h. neu in den Markt eintretende Wettbewerber, müssen sich hingegen zu Marktpreisen auf dem Sekundärmarkt mit Emissionsberechtigungen eindecken.¹⁰³⁶ Dies bindet Kapital und stellt für die Neuemittenten einen Wettbewerbsnachteil dar.¹⁰³⁷ Zweitens wirkt das Grandfathering wie eine „Belohnung“ für solche Altemittenten, die in der Vergangenheit besonders große Mengen Treibhausgase ausgestoßen haben.¹⁰³⁸ Je näher dabei die zugeordneten an den tatsächlichen Emissionsmengen liegen, desto stärker werden solche Emittenten benachteiligt, die bereits „frühzeitig“, d. h. vor Einführung des Emissionshandelssystems, ihre CO₂-Emissionen reduziert haben.¹⁰³⁹ Denn die Kosten von Vermeidungsmaßnahmen lassen sich nur dann mit dem Verkauf nicht mehr benötigter Emissionsrechte kompensieren, wenn die Vermeidungsmaßnahmen nach Einführung des Handelssystems und Zuteilung der Emissionsrechte vorgenommen werden. Die im eben genannten Sinne frühzeitig durchgeführten Emissi-

¹⁰³³ Alternativ könnte einer unabhängigen Prüfungsinstanz auch die Aufgabe übertragen werden, die historischen Emissionen zu ermitteln.

¹⁰³⁴ Insofern allerdings keine entsprechenden Unterlagen in Bezug auf den Verbrauch von Brennstoffen vorliegen, weil kein entsprechendes Berichtssystem installiert war, sind nur grobe Abschätzungen möglich, die im Einzelfall nicht verifizierbar sind, sondern lediglich von einem unabhängigen Dritten für mehr oder weniger plausibel gehalten werden können.

¹⁰³⁵ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 351.

¹⁰³⁶ Vgl. Zimmermann, H./Hansjürgens, B. (1998): S. 51.

¹⁰³⁷ Vgl. Tietenberg, T. H. (1998): S. 23 und Cansier, D. (1998): S. 107.

¹⁰³⁸ Vgl. Bonus, H. (1990): S. 352.

¹⁰³⁹ Vgl. Dutschke, M./Michaelowa, A. (1998): S. 40.

onsminderungen, sog. „early actions“, führen hingegen nicht dazu, dass nicht mehr benötigte bzw. eingesparte Emissionsrechte veräußert werden können. „Early actions“ führen im Rahmen des Grandfatherings lediglich dazu, dass dem durchführenden Emittenten bei der Erstvergabe eine entsprechend geringere Anzahl Emissionsrechte zugeteilt wird, als dies ohne die Durchführung frühzeitiger Emissionsminderungsmaßnahmen der Fall gewesen wäre. Insofern wirkt das Grandfathering auch in dieser Hinsicht verzerrend, weil es, infolge der Zuteilung nach historischem Bedarf, den Betrieb von ineffizienten Altanlagen fördert.

Das Ausmaß beider Probleme kann mit geeigneten Maßnahmen abgeschwächt werden. Es ist möglich, die ermittelten historischen Emissionen mit einem Faktor zu gewichten, der beispielsweise herrschende gesellschaftliche Fairness-Vorstellungen oder das verfügbare, aber von einigen Emittenten nicht genutzte, technische Vermeidungspotenzial berücksichtigt.¹⁰⁴⁰ Auch „early actions“, könnten im Rahmen der Erstvergabe berücksichtigt und die Zuteilungsmengen daran angepasst werden.¹⁰⁴¹ Für neu in den Markt eintretende Wettbewerber könnten Emissionsberechtigungen vorgehalten werden, statt sämtliche Rechte an die Altemittenten auszugeben.¹⁰⁴² Aus einer solchen Reserve würden dann die neu in den Markt eintretenden Wettbewerber versorgt.¹⁰⁴³ Die mit dem Grandfathering ohnehin einhergehenden hohen Transaktionskosten steigen aber mit jeder zusätzlichen Regel an, die der Eindämmung der wettbewerbsverzerrenden Wirkungen des Verfahrens dient.¹⁰⁴⁴

Eine Alternative zum Grandfathering stellt die sog. Baseline-Zuteilung dar. Diese anlagenbezogene Zuteilung erfolgt auf Basis einer Bezugsgröße, die vom individuellen Emissionsverhalten der Wirtschaftssubjekte unabhängig ist. Die Anzahl der individuell zugeteilten Emissionsrechte kann bei dieser Zuteilungsmethode bspw. von einer branchendurchschnittlichen vergangenheitsbezogenen Emissionsmenge abhängen. Aber auch der Stand der durchschnittlich installierten oder der neuesten verfügbaren Anlagentechnik bieten sich als Ansatzpunkte zur Bestimmung der Bezugsgröße an.

¹⁰⁴⁰ Vgl. Tietenberg, T. H. (2006): S. 128. Mit der Auswahl eines solchen Gewichtungsfaktors liegt es in der Hand der Umweltbehörde, ob die Verwendung klimaschonender Produktionsverfahren oder besonders emissionsintensives Verhalten der Wirtschaftssubjekte in der Vergangenheit belohnt werden.

¹⁰⁴¹ So könnte für die Bemessung der Zuteilungsmenge ein weit in der Vergangenheit liegender Zeitraum, herangezogen werden, um bereits frühe emissionsmindernde Aktivitäten bei der Emissionsrechtevergabe zu berücksichtigen. Vgl. Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 94.

¹⁰⁴² Vgl. OECD (2001): S. 37.

¹⁰⁴³ Vgl. Petrick, K. (2003): S. 115, Tietenberg, T. H. (1998): S. 22 oder Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 94 f.

¹⁰⁴⁴ So gab es in der ersten Phase des Europäischen Emissionshandelssystems knapp 60 verschiedene Allokationsregeln. Statt Wettbewerbsverzerrungen abzumildern, wurden sie durch Einführung der unterschiedlichsten Ausnahmetatbestände verstärkt. Vgl. für diese Einschätzung Böhringer, C./Lange, A./Moslener, U. (2005): S. 319. Folgerichtig forderte der Sachverständigenrat für Umweltfragen, die Vielzahl der Ausnahmeregelungen in den Nationalen Allokationsplänen für nachfolgende Handelsphasen zu reduzieren, um die Effizienz des Systems nicht weiter zu gefährden. Vgl. SRU (2008): S. 148.

Die Baseline-Zuteilung bietet den Vorteil, dass auf eine individuelle Erfassung und Kontrolle vergangenheitsbezogener Emissionsdaten auf Anlagenebene verzichtet werden kann.¹⁰⁴⁵ Mit der Verwendung des Baseline-Verfahrens sinken damit sowohl die Transaktionskosten des Zuteilungssystems, als auch die wettbewerbsverzerrenden Auswirkungen zu Gunsten von Alt-emittenten mit hohem Emissionsvolumen. Die größte Herausforderung bei Anwendung dieses Verfahrens besteht darin, eine operationalisierbare Bezugsgröße zu bestimmen, die sowohl von der Umweltbehörde als auch von den regulierten Emittenten als geeignete Größe akzeptiert wird. So ist zu klären, ob eine für alle regulierten Anlagen gleichermaßen geltende Bezugsgröße ausgewählt oder ob zwischen unterschiedlichen Anlagearten differenziert werden soll. Dies könnte angebracht sein, wenn sich die regulierten Anlagen technisch stark voneinander unterscheiden. Denn die durchschnittlichen Emissionsmengen je erzeugter Energieeinheit hängen nicht nur von der Anlageeffizienz ab, sondern sie unterscheiden sich u. a. auch nach der Größe der Anlagen und danach, welche Energieträger zur Energieerzeugung eingesetzt werden. Die Emissionsintensität der Energieproduktion unterscheidet sich zudem auch nach Anlagentypen, d. h. danach, welche Art von Nutzenergie – Elektrizität, Wärme- oder Bewegungsenergie – mit einer Anlage erzeugt wird. Sollen solche von der Effizienz einer Anlage unabhängige Anlage-merkmale im Rahmen der Zuteilung von Emissionsrechten Berücksichtigung finden, wäre es angebracht, unterschiedliche Bezugsgrößen für verschiedene Gruppen von Energieerzeugungsanlagen auszuwählen.¹⁰⁴⁶ Je mehr dabei auf die Spezifika der unterschiedlichen Anlagen eingegangen wird, desto geringer fallen die Transaktionskostenvorteile gegenüber dem Grandfathering-Verfahren aus und umso höher sind die Transaktionskosten dieses Verfahrens.

Beide Zuteilungsverfahren, sowohl das Grandfathering als auch die Baseline-Zuteilung wären mit erheblichen Implementierungsproblemen verbunden. Eine Zuteilung nach dem Grandfathering-Verfahren dürfte aufgrund der Höhe der zu erwartenden Transaktionskosten kaum praktikabel umsetzbar sein. Denn es müssten die historischen Emissionsmengen mehrerer Millionen Energieerzeugungsanlagen in Haushalten und Gewerbebetrieben ermittelt und überprüft werden.¹⁰⁴⁷ Während dies in Gewerbebetrieben zumindest technisch möglich wäre, dürften die notwendigen Informationen über historische Energieverbräuche in Haushalten nicht ermittelbar sein. Denn Privathaushalte sind im Gegensatz zu der überwiegenden Anzahl von

¹⁰⁴⁵ Statt die Emissionsrechte nach dem Grandfathering-Verfahren auszugestalten, erfolgte in den beiden wegweisenden US-amerikanischen Emissionshandelsprogrammen „RECLAIM“ und „ARP“ eine Erstvergabe nach dem Baseline-Verfahren. Hierbei wurde die Zuteilung auf Basis einer Kombination vergangenheitsbezogener durchschnittlicher Emissionswerte mit aktuellen technischen Mindestvorschriften vorgenommen. Vgl. *Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998): S. 159 f.*

¹⁰⁴⁶ Vgl. *Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 96.* Letztlich sah man von der Verwendung des Benchmarkings im Rahmen der Einführungsphase des *Europäischen Emissionshandelssystems* ab, da keine Einigung darüber erzielt werden konnte, welche Benchmarks verwendet werden sollten. Vgl. *Ellerman, A. D./Buchner, B. K. (2007): S. 77.*

¹⁰⁴⁷ Für eine Übersicht über die Anzahl von Anlagen, deren historische Verbräuche ermittelt und überprüft werden müssten vgl. 5.2.3.

Unternehmen nicht buchführungspflichtig.¹⁰⁴⁸ Wenn auch im Haushaltsbereich keine wettbewerbsverzerrenden Auswirkungen der Gratisvergabe nach dem Grandfathering-Verfahren zu erwarten wären, könnte allerdings die regulatorisch bedingte Bevorzugung von Altemittenten, die für den Ausstoß besonders großer Mengen CO₂ verantwortlich sind, einen Verstoß gegen den verfassungsrechtlichen Gleichbehandlungsgrundsatz darstellen.

Das größte Umsetzungsproblem einer Zuteilung nach dem Baseline-Verfahren dürfte darin liegen, dass sich mit kausaltheoretischen Überlegungen nicht bestimmen lässt, auf welcher Basis die kostenlose Vergabe von Emissionsrechten erfolgen soll. So könnte zur Bestimmung der entsprechenden Bezugsgröße der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch von Energie im Gebäudesektor herangezogen werden. Die Größe könnte sich aber ebenso gut auf die Zahl der Haushalte, die Anzahl der zu regulierenden Wirtschaftssubjekte oder die beheizbare Wohnfläche beziehen. Es könnten auch unterschiedliche Bezugsgrößen für verschiedene Emittenten bestimmt werden, jeweils getrennt für Wohn- und Geschäftsimmobilien, Alt- und Neubauten, freistehende und Mehrfamilienhäuser. Die Bezugsgröße könnte auch bedarfsorientiert ausgestaltet sein. Dann wäre bspw. ein durchschnittlicher Energieverbrauch zu bestimmen, der zur Herstellung einer vorgegebenen Temperatur in einem Raum normierter Größe und energetischer Qualität benötigt würde. Zudem wären unterschiedlich lange Heizperioden in den verschiedenen Regionen *Deutschlands* zu beachten. Ansonsten würde ein solches Verfahren diejenigen Haushalte begünstigen, die ohnehin aus regionalen Witterungsgründen weniger Heizenergie benötigten. Es wäre dann einvernehmlich zu klären, in welcher Höhe bspw. ein Berliner Haushalt mehr Rechte zugeteilt bekäme als ein Freiburger Haushalt.¹⁰⁴⁹ Da mit der Baseline-Zuteilung unmittelbar über die Veränderung von Vermögenspositionen entschieden wird, dürften statt der Effizienz des Handelssystems schwer miteinander in Einklang zu bringende Gerechtigkeitsvorstellungen die Diskussion um die Einführung eines Emissionshandelssystems im Gebäudesektor beherrschen.

5.3.1.3 Preisbildende Verfahren

Werden die Emissionsrechte zugeteilt, kommen die Emittenten kostenlos in den Besitz werthaltiger, immaterieller Vermögensgegenstände. Erfolgt die Ausgabe der Emissionsrechte über preisbildende Verfahren, sind die Regulierungssubjekte darauf verwiesen, als Käufer von Emissionsrechten aufzutreten. In diesem Fall ist die Einführung der Cap and Trade-Regulierung für den Staat mit einem Einnahmestrom und für die regulierten Wirtschaftssubjekte mit einem Abfluss finanzieller Mittel verbunden. Geeignet für die erstmalige Veräußerung der Emissionsrech-

¹⁰⁴⁸ Bei Implementierung des *Europäischen Emissionshandelssystems* bestand, nach der Entscheidung, die Emissionsrechte kostenlos an die Emittenten zu verteilen, das größte Problem darin, zutreffende Informationen und miteinander vergleichbare Daten zu historischen Emissionen und Anlagenspezifika zusammenzutragen. Vgl. Ellerman, A. D./Buchner, B. K. (2007): S. 69.

¹⁰⁴⁹ Vgl. Ströbele, W. (1998): S. 192.

te sind Auktionsverfahren.¹⁰⁵⁰ Denn darin können die interessierten Marktteilnehmer veranlasst werden, ihre wahren Zahlungsbereitschaften zu offenbaren.¹⁰⁵¹ Für diese Art von Markttransaktion sprechen die unmittelbare ökonomische Effizienz, der Absatz sämtlicher Emissionsberechtigungen zu geringen Transaktionskosten, die geringen Umverteilungseffekte und die sofortige Preisinformation.¹⁰⁵² Da im Rahmen der Durchführung von Auktionsverfahren keine verteilungspolitischen Entscheidungen zu treffen sind, dürfte das Rent Seeking-Verhalten der regulierten Wirtschaftssubjekte im Vergleich zu den unentgeltlichen Zuteilungsverfahren deutlich geringer ausfallen.¹⁰⁵³ Zudem löst die Anwendung des Auktionsverfahrens bei den regulierten Emittenten einen vergleichsweise stärkeren Anreiz aus, CO₂-Emissionen zu reduzieren.¹⁰⁵⁴ Denn für jede Emissionsmengeneinheit ist eine Emissionsberechtigung zu erwerben. In einem Zuteilungsverfahren hingegen würde lediglich jene Nachfrage nach Emissionsberechtigungen zahlungswirksam, welche die Zuteilungsmenge übersteigt.¹⁰⁵⁵

Bei Auswahl eines geeigneten Auktionsverfahrens sind sowohl die Eigenschaften des zu veräußernden Gutes als auch die umweltpolitischen Zielsetzungen zu beachten, die mit dem Einsatz des Emissionshandelssystems als Regulierungsinstrument verfolgt werden.¹⁰⁵⁶ So soll eine bestimmte Anzahl gleichartiger Güter, die Emissionsberechtigungen, so veräußert werden, dass sich ein einheitlicher Marktpreis einstellt und es nicht zur Herausbildung einer marktbeherrschenden Stellung auf dem Emissionsrechtmarkt kommen kann. Hierzu eignen sich sog. Multi- (oder Multiple-) Unit-Auctions besonders gut.¹⁰⁵⁷ Diese Auktionsformen ähneln dem in der Geldpolitik verwendeten Tendersverfahren.¹⁰⁵⁸ In Multiple-Unit-Auctions sind die Bieter aufgefordert, neben der gewünschten Anzahl Emissionsberechtigungen zugleich einen Preis anzugeben, den sie dafür höchstens zu zahlen bereit sind. Auf Basis dieser Gebote wird ein einheitlicher Preis ermittelt, zu dem der Markt vollständig geräumt wird. Dabei müssten nicht sämtliche Emissionsrechte einer Handelsperiode in einer einzigen Auktion vollständig an den Markt ge-

¹⁰⁵⁰ Vgl. *Dutschke, M./Michaelowa, A. (1998)*: S. 41.

¹⁰⁵¹ Vgl. *Klemperer, P. (2004)*: S. 13 f.

¹⁰⁵² Vgl. *OECD (2001)*: S. 35. Siehe auch *Hartwig, K.-H./Luttmann, J./Badura, S. (2008)*: S. 30 f., *Cames, M./Deuber, O. (2004)*: S. 92 sowie *Erwingmann, D. et al. (2005)*: S. 105 und S. 109.

¹⁰⁵³ Womöglich setzen eben aus diesem Grund Lobby-Aktivitäten bereits zu einem viel früheren Zeitpunkt innerhalb des politischen Entscheidungsprozesses an, etwa dann, wenn über die Auswahl des Erstallokationsverfahrens entschieden wird.

¹⁰⁵⁴ Vgl. *Cames, M./Deuber, O. (2004)*: S. 92.

¹⁰⁵⁵ Die Verfahren haben damit unterschiedliche Auswirkungen auf die Vermögenspositionen der regulierten Wirtschaftssubjekte.

¹⁰⁵⁶ Als notwendige, einfach herstellbare Bedingungen für ein effizientes Auktionssystem gelten die vollständige Öffnung für alle interessierten Bieter und die Homogenität der offerierten Güter. Vgl. *Cramton, P./Kerr, S. (2002)*: S. 338.

¹⁰⁵⁷ Für einen Überblick über verschiedene Ausgestaltungsmerkmale siehe *Klemperer, P. (2004)*: S. 29 ff. Für die Auktion von Emissionsberechtigungen gibt es viele mögliche und bereits etablierte Verfahren. Eine Übersicht und Diskussion bieten *Cramton, P./Kerr, S. (2002)*: S. 336 ff.

¹⁰⁵⁸ Vgl. *Heister, J. et al. (1991)*: S. 103.

bracht werden. Es ist ebenso gut möglich, kleinere Mengen an Emissionsberechtigungen kontinuierlich in den Markt zu geben, etwa um die negativen Auswirkungen möglicher Informationsasymmetrien abzuschwächen.¹⁰⁵⁹

Erwingman et al. schlagen bspw. eine „offene und dynamische Japanische Mehrgüterauktion mit einheitlichem Preis“ vor.¹⁰⁶⁰ Diese Auktion verläuft über mehrere Runden, in denen der Auktionator jeweils Preise nennt und die Bieter auffordert, entsprechende Nachfragemengen anzugeben. Dabei beginnt er zunächst mit einem niedrigen Reservationspreis und erhöht diesen immer weiter bis die Nachfrage das Angebot an Emissionsrechten nicht mehr übersteigt. Danach erfolgt die Zuteilung zum Preis und nach Maßgabe der in der vorletzten Runde abgegebenen Mengengebote. Falls die angebotene Emissionsrechtemenge zum letzten, ausgerufenen Preis die Nachfragemenge übersteigt, erfolgt eine Zuteilung des Angebotsüberschusses auf alle Bieter. Jeder Bieter erhält einen Anteil am Überschuss, der dem Verhältnis seiner Gebotsänderung zwischen der vorletzten und der letzten Bierrunde zur Summe aller Gebotsänderungen entspricht. So wird der vollständige Verkauf aller zur Veräußerung vorgesehenen Emissionsrechte sichergestellt. Durch die Festlegung einer maximalen Nachfragemenge je Bieter kann verhindert werden, dass einzelne Wirtschaftssubjekte auf dem Sekundärmarkt marktbeherrschende Stellungen einnehmen können.¹⁰⁶¹

Trotz der Vorteile, die mit Auktionen als Erstaussgabeverfahren einhergehen, kommen in bestehenden Emissionshandelssystemen vornehmlich die präsentierten unentgeltlichen Zuteilungsregeln zum Einsatz, die verschiedentlich um Merkmale von Auktionsverfahren ergänzt werden.¹⁰⁶² Als Gründe für die Vorzugswürdigkeit unentgeltlicher Verfahren werden hauptsächlich die Akzeptanz jener Verfahren, die wegen der relativ geringeren finanziellen Belastungswirkung erwartet wird, und der rechtliche Bestandsschutz angeführt.¹⁰⁶³ Auch ordnungs- und wettbewerbspolitische Argumente werden gegen die Verwendung von Auktionsverfahren vorgebracht. Überzeugen können diese Einwände, wie im Folgenden gezeigt wird, indes nicht.

¹⁰⁵⁹ Um Marktpreissignale zu erhalten und Preisunsicherheiten zu vermeiden, wurden bspw. in den beiden wegweisenden US-amerikanischen Emissionshandelsprogrammen „RECLAIM“ und „ARP“ bereits vor dem offiziellen Handelsstart einige Auktionen durchgeführt. Vgl. *Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998)*: S. 161. Ein solches Vorgehen könnte man sich auch bei Etablierung eines Emissionshandelssystems im Gebäudesektor vorstellen. Dort könnten bspw. Wohnungsbauunternehmen an solchen Auktionen teilnehmen.

¹⁰⁶⁰ Vgl. *Erwingmann, D. et al. (2005)*: S. 105, die ein solches Verfahren für das von ihnen für den Verkehrssektor vorgeschlagene Emissionshandelssystem präferieren.

¹⁰⁶¹ Für eine tiefer gehende Beschreibung des Verfahrens siehe *Erwingmann, D. et al. (2005)*: S. 105 ff.

¹⁰⁶² So etwa im *Europäischen Emissionshandelssystem*. Vgl. *EU-Emissionshandelsrichtlinie (2009)* und *EU-Emissionshandelsrichtlinie (2003)*.

¹⁰⁶³ Eine vollständige Veräußerung der Zertifikate über eine Auktion wurde bspw. im Rahmen der Durchführung der US-amerikanischen Emissionshandelsprogramme „RECLAIM“ und „ARP“ aufgrund der damit verbundenen finanziellen Belastungen als politisch nicht durchsetzbar angesehen und ist daher auf politischer Ebene nie öffentlich als Option in Betracht gezogen worden. Vgl. *Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998)*: S. 159.

So wird behauptet, dass die Akzeptanz der Regulierung durch die Wirtschaftssubjekte unmittelbar von der Höhe und der Verteilung der finanziellen Belastung abhängt, die wiederum unmittelbar vom verwendeten Erstallokationsverfahren maßgeblich bestimmt würde.¹⁰⁶⁴ Trifft dies zu, wäre die Berücksichtigung von Verteilungsfragen im Rahmen der Erstallokation von essentieller Bedeutung für die tatsächliche, politische Durchsetzbarkeit eines Emissionshandels-systems. Nun mag es zwar notwendig sein, Umverteilungsmaßnahmen durchzuführen, um die Akzeptanz des Instruments zu erreichen. Die Argumentation aber, dass diese Akzeptanz nur mit der Verwendung von unentgeltlichen Erstvergabeverfahren hergestellt werden könne, weil die unmittelbare finanzielle Belastung im Vergleich zu Auktionen geringer ausfiele, ist aber nicht schlüssig.¹⁰⁶⁵ Es ist schließlich möglich, die Erlöse einer Emissionsrechteauktion auf der Basis von gesellschaftlich akzeptierten Fairness-Überlegungen zu Kompensationszwecken zu verwenden. So könnten Teile des Auktionserlöses an die Betreiber von Feuerungsanlagen zurückerstattet werden.¹⁰⁶⁶ Möglich wären beispielsweise eine pauschale Steuerrückvergütung im Rahmen des Einkommenssteuer- und Transfersystems für bestimmte Haushalte oder eine Absenkung der Lohnnebenkosten für Gewerbebetriebe. Dabei ist es aus ökonomischer Sicht unerheblich, welcher gesellschaftlichen Gruppe welcher Anteil des Auktionsaufkommens zugeteilt werden muss. Entscheidend ist allein, dass die Höhe der Rückvergütung unabhängig von den Geboten gewährt wird, die im Rahmen der Emissionsrechteauktion abgegeben werden, damit strategisches Bieterverhalten ausgeschlossen werden kann.¹⁰⁶⁷ Denn das könnte ansonsten die Effizienz des Auktionsmechanismus` beeinträchtigen. Der Umstand der vollständigen Trennbarkeit der Marktallokation auf dem Emissionsrechtemarkt und der Verteilung von Regulierungsgewinnen und -lasten auf beliebig wählbare Bevölkerungsgruppen spricht gerade für die Nutzung preisbildender Verfahren. Es ist nicht notwendig, auf die Effizienz eines Auktionsverfahrens zu verzichten, um über Umverteilungen die möglicherweise ansonsten fehlende politisch-gesellschaftliche Akzeptanz des Instruments herzustellen.

¹⁰⁶⁴ Vgl. für dieses polit-ökonomische Argument bereits *Zeckhauser, R. (1981): S. 235 f.* Für die beiden wegweisenden US-amerikanischen Emissionshandelsprogramme „RECLAIM“ und „ARP“ werden die erfolgreiche Einführung und die Akzeptanz des Instruments bei den regulierten Wirtschaftssubjekten hauptsächlich mit der kostenlosen Anfangsausstattung der Emittenten mit Emissionszertifikaten begründet. Vgl. *Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998): S. 161.* Die Vielzahl der durchgesetzten Sonderinteressen im Rahmen des *Europäischen Emissionshandelssystems* lässt eine ähnliche Einschätzung auf Seiten deutscher Behörden vermuten. Vgl. für die empirische Evidenz der Berücksichtigung von Sonderinteressen *Zöckler, J. (2004): S. 69.* Zu Akzeptanzproblemen von Zertifikatemärkten im Allgemeinen siehe *Gawel, E. (1998): S. 113 ff.*

¹⁰⁶⁵ Vgl. für diese Argumentation *Bonus, H./Niebaum, H. (1998): S. 230.* Siehe hierzu auch *Cansier, D. (1998): S. 103 f.*

¹⁰⁶⁶ Vgl. *Dutschke, M./Michaelowa, A. (1998): S. 41.*

¹⁰⁶⁷ Vgl. *Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 93.* Um mögliche wohlfahrtsmindernde Folgewirkungen der Rückvergütung des Auktionserlöses auf ein Minimum zu reduzieren, müsste die Rückvergütung der Auktionseinnahmen als „Lump Sum-Transfer“ erfolgen. Ein derartiger Rückübertrag würde analog der Erhebung einer Kopfsteuer mit den geringsten ökonomischen Ineffizienzen verbunden sein. Zur Wirkungsweise der Kopfsteuer siehe *Reding, K./Müller, W. (1999): S. 254.*

Neben dem Verteilungsargument werden auch rechtliche und ordnungspolitische Überlegungen gegen die Anwendung eines Auktionsverfahrens vorgebracht: Mit der Auktion ändern sich die Rahmenbedingungen der wirtschaftlichen Aktivität für die von der Regulierung betroffenen Akteure. Treibhausgasemissionen sind dann nur noch durch Kauf von Emissionsrechten rechtlich zulässig. Bislang kostenlos in Anspruch genommene, in Form der Erteilung einer Betriebsberechtigung unter Auflagen bürokratisch übertragene, Emissionsrechte werden schlagartig wertlos. So könnte die Versteigerung der Emissionsrechte für Treibhausgase als ein Rechtsakt der plötzlichen Aufhebung aller bisher von staatlicher Seite erteilten Betriebsgenehmigungen interpretiert werden.¹⁰⁶⁸ Und dies wiederum könnte, neben der Durchbrechung des Prinzips des rechtlichen Bestandsschutzes, möglicherweise auch ein Verstoß gegen das ordnungspolitische Postulat der Konstanz wirtschaftlicher Rahmenbedingungen darstellen.¹⁰⁶⁹ Derartige Gründe könnten gegen die Auktion als Erstausgabemechanismus sprechen.¹⁰⁷⁰ So nachvollziehbar eine rechtliche Bewertung der Auktion sein mag, die ordnungspolitische Schlussfolgerung ist es nicht. Jede Neuformulierung umweltpolitischer Ziele, die mit der Durchführung zielkonformer Maßnahmen verbunden ist, bedeutet für diejenigen Wirtschaftssubjekte einen Eingriff in bestehende oder faktische Eigentumsrechte, deren Geschäfts- oder Konsumtätigkeiten mit der Schädigung eben jener als schützenswert eingestuften Umweltgüter einhergehen.¹⁰⁷¹ Allein deswegen auf jedwede neuartige Umweltgesetzgebung zu verzichten, würde bedeuten, das Rechtsprinzip des Bestandschutzes in den Stand eines unverrückbaren, absoluten Rechts zu erheben.¹⁰⁷² Die erst seit einigen Jahren als knappes Gut betrachtete Aufnahmekapazität der Atmosphäre für CO₂-Emissionen hätte bei konsequenter Einhaltung des Rechtsprinzips des Bestandsschutzes keine Chance, jemals Teil des allgemeinen wirtschaftlichen Handlungsrahmens zu werden; und dies unabhängig von der Art des regulatorischen Vorgehens.¹⁰⁷³ Ob die Einführung klimapolitischer Handlungsrestriktionen als abrupt bezeichnet werden kann, und sie damit ge-

¹⁰⁶⁸ Vgl. *Kemper, M. (1993): S. 45.* Mit der Bestandsschutzargumentation wurde die Verwendung des größtenteils unentgeltlichen Zuteilungsverfahrens im Rahmen des *Europäischen Emissionshandelsystems* begründet. Vgl. auch *Erwingmann, D. et al. (2005): S. 97.*

¹⁰⁶⁹ Vgl. hierfür *Zimmermann, H./Hansjürgens, B. (1998): S. 52 f. i. V. m. S. 57.*

¹⁰⁷⁰ Vgl. *Zimmermann, H./Hansjürgens, B. (1998): S. 58.* Eine ähnliche Position vertritt *Bonus, H. (1990): S. 351.*

¹⁰⁷¹ Vgl. *Heister, J. et al. (1991): S. 104.*

¹⁰⁷² Gegen die Verwendung des Bestandsschutzargumentes in diesem Kontext spricht auch die Willkür, mit der es als Argument für die Bevorzugung einer bestimmten Gruppe von Altemittenten instrumentalisiert wird. Schließlich bedeutet ein unregulierter Zustand, dass ein jeder ein Recht auf die Emission einer beliebigen Menge Treibhausgase besitzt, nicht nur diejenigen, die davon aktiv Gebrauch gemacht haben. Unabhängig von den faktischen Emissionen der Vergangenheit würde die konsequente Befolgung des Bestandsschutzargumentes daher die freie Vergabe von Emissionsrechten auf Basis jener rechtlich möglichen Emissionen bedeuten müssen. Dies würde natürlich den gesamten Zertifikatehandel ad absurdum führen. Vgl. *Heister, J. et al. (1991): S. 105.*

¹⁰⁷³ Diesen Umstand erkennt auch *Bonus* an, indem er anmerkt, dass früher oder später die Bestandsrechte zur Emission von Schadstoffen beschnitten werden müssen, um die beabsichtigte Entlastung der Umwelt durch die Schadstoffbelastung herbeiführen zu können. Vgl. *Bonus, H. (1990): S. 352.*

gen das Postulat der Konstanz der Wirtschaftspolitik verstößt, stellt eher eine Eigenschaft des Prozesses der Einführung des Instrumentes ab, als dass es sich um eine Eigenschaft des Erstaussgabemechanismus selbst handelt. Wird die Auktion mit genügend langer Vorlaufzeit angekündigt, können sich die regulierten Wirtschaftssubjekte frühzeitig auf die geänderte Regulierungssituation einstellen und sie in Investitionsplanungen berücksichtigen.¹⁰⁷⁴

Letztlich geht es bei der Wahl des Erstaussgabemechanismus um eine „Güterabwägung“.¹⁰⁷⁵ Schließlich handelt es sich bei dem hier vorgebrachten ordnungspolitischen Postulat der Konstanz wirtschaftlicher Rahmenbedingungen um eine Norm. Wenn eine Durchbrechung dieser Norm der Erreichung einer anderen zuträglich ist, nämlich derjenigen, das anvisierte umweltpolitische Ziel kostenminimal erreichen zu wollen, bedeutet dies zunächst einmal nur, dass ein Zielkonflikt vorliegt. Welche der beiden Normen vorzuziehen ist, kann allein auf Basis rationaler Erwägungen nicht beantwortet werden. Für die Anwendung von Auktionsverfahren spricht die ökonomische Effizienz und für das Grandfathering die Rechts- und Planungssicherheit der einzubeziehenden Wirtschaftssubjekte.¹⁰⁷⁶

Gegen die Versteigerung von Emissionsberechtigungen werden auch wettbewerbspolitische Gründe angeführt.¹⁰⁷⁷ So wird bspw. befürchtet, dass ein kapitalstarkes Unternehmen Wettbewerber dadurch aus dem Markt drängen könnte, indem es die in der Auktion angebotenen Emissionsrechte zu großen Teilen aufkauft.¹⁰⁷⁸ Zugleich könnte ein solches Unternehmen mit diesem Vorgehen potenzielle Konkurrenten von einem Markteintritt abhalten. Gelänge dieses Vorhaben, wäre es all jenen Konkurrenten unmöglich, die abzusetzenden Güter auf legalem Weg zu produzieren, solange es in deren Produktionsprozessen zur Emission von CO₂ kommt.¹⁰⁷⁹ Ein solches Vorgehen ist zwar vorstellbar, ob es dazu aber tatsächlich kommen würde, ist mehr als fraglich.¹⁰⁸⁰ Denn es handelt sich bei Emissionsberechtigungen um knappe Güter auf einem Beschaffungsmarkt. In gewisser Weise stellen sie sogar limitationale Produktionsfaktoren dar, denn ohne in ihrem Besitz zu sein, ist keine legale Produktion möglich, bei der es zur Emission von Kohlendioxid kommt. Wollte ein kapitalstarkes Unternehmen tatsächlich sämtliche Emissionsberechtigungen aufkaufen, so müsste es stets Höchstbietender sein. Aufgrund der essenziellen Bedeutung dieses Produktionseinsatzfaktors ist aber damit zu rechnen, dass andere

¹⁰⁷⁴ Außerdem würde die Forderung nach Konstanz der Wirtschaftspolitik m. E. falsch interpretiert, wenn sich wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen nicht fundamental ändern dürften, sobald sich die äußeren Umstände oder deren Wahrnehmung fundamental verändert haben.

¹⁰⁷⁵ Vgl. *Bonus, H. (1990)*: S. 351.

¹⁰⁷⁶ Vgl. *Cansier, D. (1998)*: S. 99.

¹⁰⁷⁷ Vgl. *Zimmermann, H./Hansjürgens, B. (1998)*: S. 51.

¹⁰⁷⁸ Vgl. für die Darstellung des Argumentes *Weimann, J. (1998)*: S. 64.

¹⁰⁷⁹ Nicht diskutiert wird in diesem Zusammenhang aber, dass ein kapitalstarkes Unternehmen wohl auch intensive Rent Seeking-Aktivitäten ausüben würde, wenn es zu einer staatlich administrierten Zuteilung kommt. Auch auf diesem Weg könnte die eigene Wettbewerbssituation zu Lasten anderer eingeschränkt werden.

¹⁰⁸⁰ Vgl. *Weimann, J. (1998)*: S. 65.

in der Auktion auftretende Bieter über hohe Zahlungsbereitschaften für die offerierten Emissionsberechtigungen verfügen. Es ist davon auszugehen, dass die maximalen Zahlungsbereitschaften der Mitbieter für die benötigten Mengen Zertifikate so hoch ansteigen, bis sie der Höhe der jeweils erwarteten Unternehmensgewinne aus dem Verkauf der zu produzierenden Güter entsprechen.¹⁰⁸¹ Somit wäre diese Wettbewerbsstrategie mit derjenigen vergleichbar, alle frei gehandelten Unternehmensanteile sämtlicher Konkurrenten aufkaufen zu wollen, um die entsprechenden Betriebe anschließend stilllegen und die Marktanteile der ehemaligen Konkurrenten übernehmen zu können. Würde auf einem Beschaffungsmarkt ein Unternehmen eine solche Verdrängungsstrategie verfolgen, müsste es gegen alle Konkurrenten zugleich agieren und darüber hinaus auch gegen all jene anderen Wirtschaftssubjekte, die ihrerseits ein vitales Interesse am Kauf von Emissionsberechtigungen haben, die aber gar keine Konkurrenten auf dem Absatzmarkt darstellen. Ihre Verdrängung würde sich betriebswirtschaftlich gar nicht lohnen, müsste aber dennoch erfolgen.¹⁰⁸² Das Aufkaufen sämtlicher Mengen von Emissionsrechten im Rahmen der Erstallokation dürfte sich also als eine äußerst kostspielige Verdrängungsstrategie erweisen und auf Basis rationaler Erwägungen nicht vorgenommen werden.¹⁰⁸³ Die gegen die Verwendung des Auktionsverfahrens vorgebrachten wettbewerbspolitischen Gründe halten einer näheren Überprüfung nicht stand.¹⁰⁸⁴ Zu Machtkonzentrationen auf Emissionsrechtemärkten kommt es häufig dann, wenn entweder die Anzahl zertifikatpflichtiger Akteure insgesamt relativ klein ist oder wenn einzelne Akteure besonders große Mengen des regulierten Schadstoffes ausstoßen. In solchen Fällen ist aber die Regulierung über handelbare Emissionsberechtigungen bereits aus Effizienzgründen abzulehnen. Denn treten nur wenige Emittenten auf einem Markt für Emissionsrechte miteinander in Kontakt, besteht die Gefahr der Ineffizienz der Marktallokation, weil asymmetrisch vorhandene Informationen systematisch ausgenutzt werden. Die Argumentation der wettbewerbsverzerrenden Wirkungen eines Emissionshandelssystems und des Einflusses des Erstausgabemechanismus darauf trifft damit nur für jene Fälle zu, in denen der Einsatz des Instruments ohnehin nicht angebracht ist.¹⁰⁸⁵

Während der Erstzuteilung von Emissionsberechtigungen sollten verteilungspolitisch motivierte Markteingriffe unterlassen bleiben. Sie sind transaktionskostenintensiv und lenken die öffentliche Debatte vom Grund der Einführung des Instruments und der notwendigen Diskussion über anzuvisierende Zielwerte in der Klima- und Umweltpolitik ab. Das schwächt die Kontrollfunktion der Öffentlichkeit und leistet erfolgreichem Rent Seeking Vorschub. Stattdessen bietet sich im

¹⁰⁸¹ Vgl. Weimann, J. (1998): S. 66.

¹⁰⁸² Für diese Argumentation vgl. Bonus, H. (1990): S. 354 f.

¹⁰⁸³ Vgl. Weimann, J. (1998): S. 66.

¹⁰⁸⁴ Vgl. Weimann, J. (1998): S. 67 f.

¹⁰⁸⁵ Vgl. Weimann, J. (1998): S. 62 f.

Gebäudesektor eine Erstvergabe der Emissionsrechte in einem Auktionsverfahren an.¹⁰⁸⁶ Ein solches Verfahren ist praktikabel durchführbar und hat sich in verschiedenen Kontexten bereits bewährt.¹⁰⁸⁷

Zudem gilt es, sich zu vergegenwärtigen, dass zwar die Ausgabe von Emissionsrechten auf einem Massenmarkt über einen Auktionsmechanismus eine umweltpolitische Innovation darstellt, die Ausgabe von verbrieften und handelbaren Rechten mittels preisbildender Verfahren ist es allerdings nicht. Schon seit langem werden auf Kapitalmärkten übertragbare Rechte, wie etwa Wertpapiere, ausgegeben und gehandelt. Es ist daher nicht erforderlich, neue Institutionen zu schaffen, um die Emissionsrechte versteigern und anschließend handeln zu können. Vielmehr lassen sich die Transaktionskosten des Erstaussgabeverfahrens reduzieren, wenn auf die Erfahrung zurückgegriffen wird, welche die etablierten Kapitalmarktinstitutionen mit der Ausgabe, der Platzierung und dem Verkauf von Wertpapieren gesammelt haben.¹⁰⁸⁸

5.3.2 Elemente eines funktionsfähigen Sekundärmarktes für Emissionsrechte

In einem nächsten Schritt ist zu überlegen, wie die geschaffenen und zugeteilten Emissionsrechte von den Marktteilnehmern eingesetzt und übertragen werden können. Denn Änderungen der persönlichen Lebenssituation, technische oder konjunkturelle Entwicklungen oder auch Änderungen von Witterungsbedingungen können dazu führen, dass die regulierten Wirtschaftssubjekte bereits erworbene Emissionsrechte verkaufen oder neue hinzukaufen wollen.¹⁰⁸⁹

5.3.2.1 Auswahl einer Handelsplattform

Mögliche Handels- und Übertragungsmechanismen sind die Durchführung bilateraler Verhandlungen, die Nutzung privater Tauschbörsen oder von Online-Auktionshäusern, die Beauftragung von Maklern oder die Inanspruchnahme der Dienstleistungen eines regulierten Handelsplatzes wie die einer organisierten Börse.¹⁰⁹⁰ Die Nutzung einer organisierten Börse für Geschäfte mit Emissionsberechtigungen bietet gegenüber allen anderen Handelsmechanismen Effizienzvorteile. Denn bei den im Gebäudesektor zu handelnden Emissionsberechtigungen handelt es sich um vollständig spezifizierte und homogene Güter, deren Eigenschaften allen Marktteilnehmern be-

¹⁰⁸⁶ Für eine ähnliche Einschätzung zugunsten der ökonomischen und ökologischen Effizienz vgl. *SRU (2008)*: S. 153.

¹⁰⁸⁷ So etwa auch im Bereich der Veräußerung von Frequenzbändern an Mobilfunkbetreiber in *Europa*. Vgl. *Klemperer, P. (2004)*: S. 207 ff.

¹⁰⁸⁸ Vgl. für die entscheidende Bedeutung, die den Finanzmärkten bei der Reduzierung der Transaktionskosten zukommt, *Dutschke, M./Michaelowa, A. (1998)*: S. 70. Genutzt werden könnte auch die Expertise der *Deutschen Emissionshandelsstelle*, die für die Abwicklung des Erstvergabeverfahrens und die Überwachung der Berichtspflichten derjenigen Unternehmen zuständig ist, die im Rahmen des *Europäischen Emissionshandelssystems* reguliert werden. Eine Übertragung entsprechender Verantwortung für das Emissionshandelssystem im Gebäudesektor wäre möglich.

¹⁰⁸⁹ Vgl. *Petrick, K. (2003)*: S. 120.

¹⁰⁹⁰ Vgl. *OECD (2001)*: S. 45.

reits vor dem Kauf bekannt sind. Dies bildet die Grundlage dafür, dass sich ein Massenmarkt für Emissionsrechte entwickeln kann, auf welchem spezialisierte Händler im Auftrag Dritter Kauf- und Verkaufsgeschäfte tätigen.¹⁰⁹¹ Auf einem solchen Markt können die verstreut vorliegenden Informationen, die einen Einfluss auf die Nachfrage nach Emissionsrechten haben, unmittelbar zu einem einzigen Preissignal gebündelt werden.¹⁰⁹² Mit der Nutzung einer organisierten Börse lassen sich auch die Transaktionskosten, die mit der Übertragung der Emissionsrechte einhergehen, minimieren.¹⁰⁹³ Zudem kommt es im Rahmen der Regulierung der Treibhausgasemissionen über ein Emissionshandelssystem hauptsächlich darauf an, dass der Emissionsrechtemarkt über ein effizientes Überwachungs- und Durchsetzungssystem verfügt.¹⁰⁹⁴ Ein gesetzlich regulierter Handel an einer organisierten Börse kann diese Bedingungen leicht erfüllen und bietet sich daher als Plattform zum Handel mit Emissionsrechten an. Über die Handelsregeln einer organisierten Börse kann sichergestellt werden, dass die unmittelbare Zahlungs- und Lieferfähigkeit der Handelspartner gegeben ist und über die Vorgabe von Handelszeiten, dass sich auf dem Markt stets eine ausreichende Anzahl Käufer und Verkäufer befindet. Damit und mit der Nutzung der Dienstleistungen von spezialisierten Finanzintermediären wie Brokern, Market Makern und Maklern kann sichergestellt werden, dass sich stets Preise auf dem Emissionsrechtemarkt bilden.¹⁰⁹⁵ Weil sich infolge dessen auch die Marktliquidität erhöht, steigen die Häufigkeit des Zustandekommens von Kontrakten und die Markttransparenz.¹⁰⁹⁶

Eine große Anzahl an Marktteilnehmern kann auch dabei helfen, die Transaktionskosten zu mindern:¹⁰⁹⁷ Je mehr Handelspartner zur Verfügung stehen, desto schneller lassen sich nämlich Transaktionspartner auf dem Markt finden und desto mehr Transaktionen lassen sich durchführen.¹⁰⁹⁸ Außerdem sinken mit größeren Handelsvolumina, häufigeren Transaktionen und der Existenz von Intermediären auf dem Emissionsrechtemarkt die Unsicherheit über den Wert eines Emissionsrechts und die Volatilität der Preisentwicklung.¹⁰⁹⁹ Das reduziert die Aufwendungen zur Absicherung von Handelsgeschäften und kann bei entsprechender Ausgestaltung des Handelssystems Informationen über die Opportunitätskosten anderer Marktteilnehmer offenbaren.¹¹⁰⁰

¹⁰⁹¹ Vgl. *Petrick, K. (2003)*: S. 121.

¹⁰⁹² Vgl. *Petrick, K. (2003)*: S. 122.

¹⁰⁹³ Hierunter fallen Such- und Informationskosten, Kosten der Vertragsanbahnung, Verhandlungs- und Entscheidungskosten sowie Überwachungs- und Durchsetzungskosten der geschlossenen Verträge. Vgl. *Richter, R./Furubotn, E. G. (2003)*: S. 59 f.

¹⁰⁹⁴ Vgl. *Richter, R./Furubotn, E. G. (2003)*: S. 318.

¹⁰⁹⁵ Vgl. *Heister, J. et al. (1991)*: S. 113.

¹⁰⁹⁶ Vgl. *OECD (2001)*: S. 46.

¹⁰⁹⁷ Vgl. *Heister, J. et al. (1991)*: S. 110.

¹⁰⁹⁸ Vgl. *OECD (2001)*: S. 31.

¹⁰⁹⁹ Vgl. *Petrick, K. (2003)*: S. 124 f.

¹¹⁰⁰ Vgl. *Stavins, R. (1995)*: S. 144.

Ein Markt mit vielen Handelspartnern bietet letztlich auch wettbewerbspolitische Vorteile.¹¹⁰¹ Der Einfluss einzelner Wirtschaftssubjekte wird begrenzt. Daher sollte die Regulierungsbehörde darauf hinwirken, dass so wenige Marktzutrittsschranken für Käufer, Verkäufer und Handelsintermediäre existieren wie möglich.¹¹⁰² So sollte der Erwerb von Emissionsrechten z. B. nicht auf den zertifikatpflichtigen Personenkreis beschränkt sein. Mit der Zulassung auch solcher Marktteilnehmer, die lediglich aus Gründen der Spekulation oder der Ausnutzung von Arbitragemöglichkeiten Emissionsrechte erwerben, wird sichergestellt, dass auch sämtliche relevanten Informationen in der Preisbildung von Emissionsrechten berücksichtigt werden.¹¹⁰³ Damit die Spekulation nicht den gegenteiligen Effekt einer größeren Preisvolatilität zur Folge hat, muss allerdings gewährleistet sein, dass der Markt für Emissionsrechte hinreichend liquide ist. Genau dies kann sichergestellt werden, wenn der Emissionsrechtehandelsmarkt als bestreitbarer Markt ausgestaltet und es auch Nicht-Emittenten ermöglicht wird, Emissionsberechtigungen zu handeln. Denn dann ist die Zahl der Marktteilnehmer zu groß, als dass ein Einzelner Einfluss auf die Preisentwicklung nehmen kann.¹¹⁰⁴ Die Verhinderung des Entstehens von Marktzutrittsschranken erhöht die Anzahl möglicher Transaktionen und fördert das Vertrauen in die Preissignale, die sich als Ergebnis des Börsenhandels einstellen.

Der Funktionsfähigkeit förderlich ist ebenfalls, die Entstehung regulierter Märkte zur Abwicklung von Risikoabsicherungs- und Spekulationsgeschäften zu unterstützen.¹¹⁰⁵ Denn das gibt den Marktteilnehmern die Möglichkeit, über Future- oder Optionsmärkte Preiserwartungen von Emissionsrechten handeln zu können.¹¹⁰⁶ Die Nutzung von Future- und Optionsmärkten führt zu Preisglättungen, stabilen Erwartungen für zukünftige Spotmarkt-Preise und bietet den Marktteilnehmern die Möglichkeit, sich gegen Preisschwankungen von Emissionsrechten abzusichern.

5.3.2.2 *Betrieb der Handelsplattform und Aufgaben der Umweltbehörde*

Für die Umsetzung des Emissionshandelssystems im Gebäudesektor wird vorgeschlagen, bereits etablierte Handelsplattformen zu nutzen.¹¹⁰⁷ Gehandelt werden könnten CO₂- Emissionsrechte etwa an den bereits existierenden Wertpapierbörsen in Frankfurt, Stuttgart u. a. Städten oder

¹¹⁰¹ Vgl. Heister, J. et al. (1991): S. 153.

¹¹⁰² Vgl. hierzu u. a. OECD (2001): S. 47.

¹¹⁰³ Vgl. Heister, J. et al. (1991): S. 114.

¹¹⁰⁴ Vgl. Heister, J. et al. (1991): S. 63.

¹¹⁰⁵ Vgl. OECD (2001): S. 46.

¹¹⁰⁶ Zu den Absicherungsinstrumenten zählen direkte Kontrakte zwischen zwei Handelspartnern, wie Versicherungen und Forwards oder standardisierte, übertragbare Derivate wie Futures und Optionen. Für eine kurze Übersicht der Funktionsweise dieser Instrumente siehe Petrick, K. (2003): S. 126 ff.

¹¹⁰⁷ Vgl. für eine ähnliche Einschätzung Heister, J. et al. (1991): S. 118.

innerhalb elektronischer Börsenhandelssysteme wie etwa dem *Xetra*-System der *Deutschen Börse AG*.¹¹⁰⁸

Zur Umsetzung eines effizienten Marktmechanismus ist es damit nicht erforderlich, dass die Umweltbehörde selbst den Handel mit Emissionsrechten organisiert.¹¹⁰⁹ Die Erfahrungen, die in der Vergangenheit mit Handelssystemen für Emissionsrechte gemacht worden sind, zeigen, dass die Beschränkung der Aufgaben der Umweltbehörde auf die Sicherstellung einfacher und klarer Handelsbedingungen einen wesentlichen Erfolgsfaktor für die Funktionalität von Emissionsrechtelahandelsmärkten darstellt.¹¹¹⁰ D. h., die Bedingungen, unter denen die regulierten Wirtschaftssubjekte ihre Zahlungsbereitschaften herausbilden, sollen für die Marktteilnehmer einfach erkennbar und eindeutig spezifiziert sein sowie klar kommuniziert werden. Als Aufgaben fallen der Umweltbehörde daher zu:

- Die Formulierung, Begründung und Bekanntmachung einer eindeutigen ökologischen Zielvorgabe für den gesamten zu regulierenden Sektor, um die künstliche Verknappung der regulierten Umweltressource für die Marktteilnehmer nachvollziehbar und planbar zu machen.
- Die klare und unmissverständliche Ausgestaltung der handelbaren Emissionsrechte, um die institutionelle Grundlage für die Ausbildung von Zahlungsbereitschaften zu schaffen.
- Die transparente und einfache Regelung der Erstallokation der Emissionsberechtigungen, um mögliche Überallokationen unmittelbar erkennbar werden zu lassen.
- Die deutliche Abgrenzung der Regulierungsobjekte und die klare Definition der Regulierungssubjekte, um die individuellen Verantwortlichkeiten zu kommunizieren.
- Die Sicherstellung der einfachen Nutzbarkeit des Handelssystems für die Marktteilnehmer und die einfache Übertragbarkeit der Emissionsrechte.

Während die ersten vier Bedingungen bereits weitgehend diskutiert und Vorschläge für ihre konkrete Umsetzung im Gebäudebereich vorgestellt wurden, beinhaltet der letzte Punkt insbesondere Praktikabilitätsüberlegungen hinsichtlich Ausstellung, Handel, „Aufbewahrung“ bzw. Speicherung und Übertragung von Emissionsrechten. Eine Vielzahl an Ausgestaltungsvarianten von Handels- und Übertragungssystemen ist hier denkbar. Mit dem Ziel, die Transaktionskosten zu minimieren, empfiehlt es sich, die Emissionsberechtigungen in elektronischer Form

¹¹⁰⁸ Die im Rahmen des *Europäischen Emissionshandelssystems* gehandelten CO₂-Emissionszertifikate werden an der Leipziger Energiebörse *European Energy Exchange (EEX)* gehandelt, einer Tochtergesellschaft der *Deutschen Börse AG*.

¹¹⁰⁹ Vgl. Petrick, K. (2003): S. 124. Erfahrungen mit den US-amerikanischen „Acid Rain-“ und „RECLAIM“-Programmen zeigen, dass die Rolle der Regulierungsbehörde auf die Erfassung und Registrierung der erfolgten Handelstransaktionen beschränkt bleiben sollte, um die Transaktionskosten des Handelssystems minimieren zu können. Vgl. Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998): S. 161.

¹¹¹⁰ Vgl. Raux, C. (2009): S. 90.

auszustellen und auch sämtliche Systeme zum Handel, der „Aufbewahrung“ und zur Übertragung der Emissionsberechtigungen elektronisch auszugestalten.¹¹¹¹ So ist es bspw. bei börsennotierten Wertpapieren mittlerweile üblich, dass auf ihre physische Lagerung und physische Übertragung verzichtet wird. Käufe, Verkäufe und Übertragungen finden virtuell statt. Überhaupt werden Wertpapiere immer häufiger ausschließlich in elektronischer Form ausgestellt. Sie werden überwiegend elektronisch auf Depotkonten gehalten. Eigene Depotguthaben stellen dabei Miteigentumsrechte an Wertpapieren dar, die sich in sog. Girosammelverwahrung befinden. Emissionsberechtigungen könnten ebenso gut wie Wertpapiere auf elektronischen Depotkonten gehalten werden. Um eine missbräuchliche Verwendung von Emissionsrechten zu verhindern und die lediglich einmalige Verwendung eines Emissionsrechts sicherzustellen, könnte sich die individuelle Kennzeichnung jedes Emissionsrechtes mit einer eindeutigen sog. Stücknummer anbieten. Komplementär dazu müsste ein elektronisches Register aufgebaut werden, in dem Ausstellungs- und Einlösungsjahr sowie Übertragungsvorgänge eines Emissionsrechts festgehalten werden.¹¹¹² Auch die Erfüllung der Vorlagepflicht durch ein zertifikatpflichtiges Wirtschaftssubjekt, d. h. die Abgabe der erforderlichen Menge Emissionsberechtigungen an die Umweltbehörde, kann mit minimalem Transaktionskostenaufwand erfolgen. Hier bietet sich der in der Abwicklung von Börsen- und Depotgeschäften bereits etablierte Depotübertrag an. Auf diesem Wege könnten Emissionsrechte, ähnlich einer Geldüberweisung, aus dem Privatdepot an die Umweltbehörde elektronisch übermittelt werden.¹¹¹³

Es kann an dieser Stelle konstatiert werden: Sowohl bei der Verwahrung als auch dem Handel sowie der konkreten Übertragung von CO₂- Emissionsrechten kann auf die bestehenden Strukturen des Bank- und Börsenwesens zurückgegriffen werden. Der transaktionskostenintensive Neuaufbau von Verwahrstellen, Handelsplätzen und Abrechnungssystemen ist nicht erforderlich. Erforderlich wäre lediglich die Einrichtung eines elektronischen Registers für die handelbaren Emissionsberechtigungen. Im Zuge der börsentäglichen Übermittlung von Daten zu erfolgten Wertpapierkäufen und -verkäufen an die Clearing-Stellen des Börsenhandelssystems, um die Miteigentumsrechte an den in Girosammelverwahrung befindlichen Wertpapieren entsprechend abzuändern, könnten, ohne nennenswerte zusätzliche Kosten, auch die Informationen mit Bezug auf die gehandelten Emissionsrechte an das einzurichtende elektronische Register versendet werden.

¹¹¹¹ Vgl. Heister, J. et al. (1991): S. 120.

¹¹¹² Vgl. Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 99 oder Petrick, K. (2003): S. 125. Eine solche Kennzeichnung dürfte nicht mit nennenswertem Aufwand verbunden sein, da das Register aufgrund der vollständigen elektronischen Abwicklung jeder Markttransaktion vollautomatisch aktualisiert werden könnte.

¹¹¹³ Zu einer ähnlichen Einschätzung der Höhe laufender Reporting-Kosten kommt Petrick, K. (2003): S. 124. Die Abwicklung der vorgestellten Markttransaktionen muss dabei ein zertifikatpflichtiger Akteur nicht selbst vornehmen. Er kann die Durchführung der notwendigen Markttransaktionen auch Dritten übertragen. Er könnte sich aber auch mit anderen Akteuren zusammenschließen und sich für eine gemeinsame Portfolioverwaltung entschließen.

5.3.3 Ausgestaltung des Monitoring-Systems

Die Einführung eines funktionsfähigen und kostengünstigen Monitorings-Systems stellt die zugleich wichtigste und größte Herausforderung im Rahmen der Etablierung eines Emissionshandelssystems im Gebäudesektor dar.¹¹¹⁴ Denn nur, wenn Informationen über das tatsächliche individuelle Emissionsverhalten der regulierten Wirtschaftssubjekte zuverlässig ermittelt werden können, ist die Umweltbehörde in der Lage, die jährlichen, individuellen Pflichten zur Vorlage einer bestimmten Anzahl von Emissionsberechtigungen zweifelsfrei bestimmen zu können. Und nur dann können sowohl die jährlichen Gesamtemissionen und mögliche individuelle Vollzugsdefizite festgestellt werden. Ein in diesem Sinne funktionsfähiges System müsste die zuverlässige Erfassung und Verifizierung von Emissionsmengen sicherstellen sowie die Überprüfung der Halte- und Abgabepflichten von Emissionsrechten umfassen.¹¹¹⁵

Im Folgenden wird gezeigt, wie ein funktionsfähiges und praktikables Monitoring-System aussehen könnte, mit dem die Kohlendioxidemissionen des Gebäudesektors zuverlässig kontrolliert und die Einhaltung der Regeln des Emissionshandels sichergestellt werden könnten. Dazu wird präsentiert, wie die einzubeziehenden Feuerungsanlagen und deren Betreiber bestimmt und wie die Emissionsaktivitäten dieser Treibhausgasemittenten erfasst werden könnten. Es wird gezeigt, dass kostenträchtige messtechnische Emissionskontrollen weitgehend unterbleiben können, und dass es möglich ist, bereits implementierte Kontrollsysteme zu nutzen, die lediglich erweitert werden müssten.¹¹¹⁶ So fielen die zusätzlichen Kontrollkosten, die den Wirtschaftssubjekten infolge der Einrichtung des Handelssystems entstehen würden, erheblich geringer aus, als dies bei einem völlig neu aufzusetzenden System zu erwarten wäre.

5.3.3.1 Erfassung der einzubeziehenden Feuerungsanlagen

Werden die Betreiber von Feuerungsanlagen als regulierungspflichtige Wirtschaftssubjekte ausgewählt, wären zunächst die unter das Handelssystem fallenden Feuerungsanlagen sowie diejenigen Wirtschaftssubjekte, die diese Anlagen betreiben, zu erfassen.¹¹¹⁷ Grundsätzlich könnte es sich anbieten, die entsprechenden Wirtschaftssubjekte dazu aufzufordern, die von ihnen betriebenen Feuerungsanlagen bei der Umweltbehörde registrieren zu lassen und anschließend die

¹¹¹⁴ Vgl. Tietenberg, T. H. (2006): S. 165.

¹¹¹⁵ Vgl. Cames, M./Deuber, O. (2004): S. 99.

¹¹¹⁶ Hingegen stünde man vor einem echten Umsetzungsproblem, wollte man die Methangasemissionen in der Tierproduktion im Rahmen eines Zertifikatansatzes regulieren. Denn die Freisetzung von Methan wird von mikrobiologischen Aktivitäten bestimmt, die von der Tierart, deren körperlicher Leistungsfähigkeit und der Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung bestimmt wird. Eine Berechnung der Emissionen allein auf Basis von Input-Größen ist in diesem Falle nicht möglich. An dieser Stelle wären Emissionsmessungen mit entsprechend hohem Kostenaufwand erforderlich. Rund 2,2 % der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland geht auf die Fermentation von Nahrung durch die gehaltenen Nutztiere zurück. Vgl. UBA (2014): S. 450.

¹¹¹⁷ Zur Bestimmung des Kreises der Betreiber von Feuerungsanlagen als geeigneter zertifikatpflichtiger Personenkreis eines Downstream ansetzenden Emissionshandelssystems siehe Kap. 5.2.2.2.

Angaben auf ihre Richtigkeit zu überprüfen. Im Gebäudesektor könnte diese Überprüfung eine große administrative Herausforderung darstellen, schließlich fielen mehrere Millionen Feuerungsanlagen und deren Betreiber unter die Regelungen des Emissionshandelssystems. Es wäre daher von großem Vorteil, wenn die Umweltbehörde nicht allein auf die Angaben der Betreiber von Feuerungsanlagen vertrauen müsste, sondern auf bereits behördlich vorliegende Informationen zurückgreifen könnte. Tatsächlich ist letzteres der Fall.

Um überhaupt festzustellen, wer zu den Wirtschaftssubjekten zählt, die reguliert werden sollen, könnten in einem ersten Schritt die an den Amtsgerichten in *Deutschland* geführten Grundbücher herangezogen werden. Diese enthalten Informationen über Eigentumsverhältnisse an Grundstücken und über die darauf befindlichen Bauten.¹¹¹⁸ Sie stehen all denjenigen Personen zur Einsicht offen, die ein berechtigtes Interesse an den entsprechenden eigentumsrechtlichen Informationen vorweisen können.¹¹¹⁹ Insofern der Umweltbehörde ein solches Interesse zugestanden wird, dürften der Nutzung des behördlich vorliegenden Datenbestands keine datenschutzrechtlichen Bedenken entgegenstehen.¹¹²⁰ Aufbauend auf den eigentumsrechtlichen Informationen zu Grundbucheinträgen könnte eine Umweltbehörde die Grundstückseigner dazu auffordern, alle Feuerungsanlagen, deren Betrieb unter das Emissionshandelssystem fallen würde und die auf ihren Grundstücken betrieben werden, zu registrieren bzw. anzugeben, wer die Betreiber der entsprechenden Anlagen sind.¹¹²¹ Die als Regulierungsobjekte ausgewählten Betreiber von Feuerungsanlagen könnten auf diesem Weg bestimmt werden.

Im Rahmen der Registrierung sollten die Betreiber zur Übermittlung von Informationen über die technischen Eigenschaften der betriebenen Verbrennungsanlage aufgefordert werden. Zu diesen Informationen sollten Art, Technik und Modelltyp der Anlage, ihre durchschnittliche Leistung in kWh in Bezug auf den Einsatz einer normierten Menge Brennstoff zählen sowie die Art des Energierohstoffes, mit dem die Anlage betrieben werden kann. Benötigt würden diese Informationen für die spätere Überprüfung der Emissionsaktivitäten der in das Emissionshan-

¹¹¹⁸ Gebäude, als eine mit einem Grundstück fest verbundene Sache, zählen zu den sog. wesentlichen Bestandteilen eines Grundstückes. Sie fallen somit in den Eigentumsbereich des Grundstückseigners. Vgl. *BGB (2011)*: § 94.

¹¹¹⁹ Vgl. *GBO (2011)*: § 12.

¹¹²⁰ Das Justizministerium könnte der Umweltbehörde mit Zustimmung des deutschen *Bundesrates* auf dem Weg einer einfachen Verordnung einen dauerhaften Zugriff auf die entsprechenden Informationen verschaffen, ohne dass in jedem Einzelfall das entsprechende Interesse erneut bekundet werden müsste. Vgl. *GBO (2011)*: § 12 Abs. 2. Dies würde die Transaktionskosten erheblich reduzieren. Grundbücher können zudem auch elektronisch geführt werden. Vgl. *GBO (2011)*: § 133. Je verbreiteter das sog. „EDV-Grundbuch“ ist, desto kostengünstiger lassen sich die Eigentums-Informationen zum Zwecke der Registrierung von Verbrennungsanlagen erfassen.

¹¹²¹ Die behördliche Registrierung von Rechten und Wirtschaftsgütern ist in *Deutschland* nicht unüblich. Neben der bereits angesprochenen Eintragung von Eigentums- und Nutzungsrechten an Grundstücken in Grundbüchern werden bspw. Patentrechte in das Patentregister eingetragen. Bevor ein Kraftfahrzeug auf öffentlichen Straßen eingesetzt werden darf, muss es behördlich registriert und unter Angabe des Fahrzeughalters für den Straßenverkehr zugelassen werden. Alle Kaufleute und Unternehmen, die nach Art und Umfang einen Geschäftsbetrieb erfordern, sind verpflichtet, sich ins Handelsregister eintragen zu lassen.

delssystem einbezogenen Wirtschaftssubjekte während des Betriebs des Handelssystems.¹¹²² Um die mit einer solchen Registrierung einhergehenden Transaktionskosten möglichst gering ausfallen zu lassen, könnte auf die bereits vorhandene elektronische Infrastruktur und die technischen Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung zurückgegriffen werden. Die erforderlichen Daten könnten von den regulierten Wirtschaftssubjekten bspw. innerhalb eines Online-Eingabeverfahrens an die Umweltbehörde übermittelt und dort in einem „Feuerungsanlagenregister“ in elektronischer Form gespeichert und verwaltet werden.¹¹²³ Um die Richtigkeit der gemachten Angaben in Bezug auf den Betreiber und die technischen Eigenschaften der betriebenen Feuerungsanlagen feststellen zu können, könnte der erfolgreiche Abschluss des Registrierungsvorgangs davon abhängig gemacht werden, dass die angegebenen Daten von entsprechend berechtigten Sachverständigen innerhalb des Online-Registrierungssystems bestätigt werden müssten.¹¹²⁴

Für diese Verifizierung würde es sich aus Kostengründen anbieten, auf bereits etablierte Monitoring-Systeme zurückzugreifen, etwa auf diejenigen, die im Rahmen der bestehenden Miet- und Luftreinhaltegesetze verwendet werden. So sind etwa sämtliche Eigentümer von Grundstücken und Räumen, in denen Feuerungsanlagen betrieben werden, dazu verpflichtet, jene Anlagen regelmäßig auf ihre Funktionsfähigkeit und auf die Einhaltung von Grenzwerten für Schadstoffemissionen und von Brandschutzanforderungen überprüfen zu lassen.¹¹²⁵ Zur Ausführung jener Kontrollen sind in *Deutschland* die Mitglieder des Schornsteinfegerhandwerks bestimmt. Dabei wird die Verantwortung zur Sicherstellung der Ausführung dieser Tätigkeiten von behördlicher Seite räumlich begrenzt und zeitlich befristet an sog. Bezirksschornsteinfegermeister vergeben.¹¹²⁶ Informationen darüber, welche Feuerungsanlagen unter wessen Aufsichtsverantwortung fallen, liegen zentral beim *Bundesamt für Wirtschaft und Aus-*

¹¹²² Überlegungen dazu, wie diese Informationen ermittelt und auf welchem Weg sie übertragen werden könnten, werden in Kapitel 5.3.3.2 vorgenommen.

¹¹²³ Vgl. *Lambrecht, U. et al. (2003)*: S. 67. Da rund 77 % der Haushalte in *Deutschland* mit einem Internetzugang ausgestattet sind, könnte der überwiegende Teil der zu regulierenden Privatpersonen sämtliche erforderlichen Daten unmittelbar vom heimischen PC aus übermitteln. Vgl. *Statistisches Bundesamt (2011)*. Alternativ bietet sich die Nutzung entsprechender Dienstleistungen von Hausverwaltungsgesellschaften und Energieberatern oder die Nutzung öffentlich zugänglicher PC-Terminals an. Für jene Personen, die den primären Online-Zugang nicht nutzen wollen oder können, müssten schriftliche oder persönliche Zugangs- und Datenübermittlungswege, etwa über kommunale Umweltämter, angeboten werden. Letzteres wäre selbstverständlich mit erheblich höheren Transaktionskosten verbunden.

¹¹²⁴ Die elektronisch geführte Datenbank müsste dafür lediglich so ausgestaltet sein, dass alle an der Regulierung beteiligten Akteure, namentlich die Regulierten, die unabhängigen Kontrolleure und die Umweltbehörde, auf die anlagespezifischen Daten zugreifen können.

¹¹²⁵ Vgl. *SchfHwG (2011)*: § 1, 1. *BlmSchV (2010)*: §§ 14 und 15 sowie *BlmSchG (2011)*: §§ 26, 28 und 29.

¹¹²⁶ Vgl. *SchfHwG (2011)*: §§ 2, 7, 9 und 13. Seit dem Jahr 2013 können Hauseigentümer einen Schornsteinfeger ihrer Wahl aussuchen. Da die Kehrbezirke und die damit verbundene Verantwortung weiterhin Bestand haben, sind dem zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister immer dann die Protokolle der vorgenommenen Untersuchungen vorzulegen, wenn er selbst nicht zur Vornahme der Kontrollen bestimmt worden ist.

fuhrkontrolle vor. Diese Behörde führt das sog. Schornsteinfegerregister. Es enthält u. a. die Namen sämtlicher Bezirksschornsteinfegermeister und listet die ihnen unterstellten Kehrbezirke auf. Nahezu der gesamte Gebäudebestand in der *Bundesrepublik* ist in solche Kehrbezirke unterteilt, in denen eine amtlich bestellte Person, nämlich der Bezirksschornsteinfegermeister, für die Kontrolle der Feuerstätten zuständig ist.¹¹²⁷

Den bestellten Bezirksschornsteinfegermeistern kommt die Verantwortung zu, regelmäßig die sog. „Feuerstättenschau“ vorzunehmen, in deren Rahmen Reinigungs- und Prüfaufgaben an Feuerungsanlagen durchzuführen sind.¹¹²⁸ Zudem sind sie verpflichtet, das sog. Kkehrbuch zu führen.¹¹²⁹ Dieses Buch enthält eine Vielzahl an Informationen, die sich unmittelbar zum Zwecke des Monitorings innerhalb eines Emissionshandelssystems im Gebäudesektor nutzen ließen. In das Kkehrbuch einzutragen sind nämlich unter anderem der Name und die Anschrift des Eigentümers bzw. des Betreibers einer Feuerungsanlage. Festzuhalten sind ferner die Art der Anlage und des eingesetzten Brennstoffes, die Nennwärmeleistung und das Alter der Anlage sowie Angaben bezüglich des Betriebs und des Standortes der Anlage. Das Buch beinhaltet zudem sämtliche Angaben über die Ergebnisse der vorgenommenen Anlagenüberprüfungen.¹¹³⁰

Sämtliche Angaben, die zweckmäßiger Weise zur anlagenbezogenen Berechnung der Kohlendioxidemissionen auf Basis eingesetzter Brennstoff- oder erzeugter Energiemengen benötigt werden und die im Rahmen der Registrierung von den Eigentümern von Feuerungsanlagen zu übermitteln wären, liegen damit bereits heute behördlich vor. Die Informationen bräuchten der verantwortlichen Umweltbehörde lediglich weitergeleitet und in das beispielhaft vorgeschlagene „Feuerungsanlagenregister“ eingetragen werden.

5.3.3.2 Erfassung der Emissionsaktivitäten

Neben der Ermittlung des zertifikatpflichtigen Personenkreises und der diesen Personen zuzuordnenden Feuerungsanlagen ist die zutreffende und nachvollziehbare Erfassung des Treibhausgasausstoßes dieser Anlagen von zentraler Bedeutung für die Funktionsfähigkeit des Emissionshandelssystems. Denn die Anzahl der Emissionsberechtigungen, welche die regulierten Emittenten innerhalb einer Handelsperiode der Umweltbehörde vorzulegen haben, bemisst sich nach den tatsächlichen Treibhausgasemissionsmengen innerhalb dieses Zeitraums. Weil sich die Umweltbehörde bei der Bestimmung der konkreten Vorlagepflichten nicht ungeprüft auf die Angaben der Emittenten verlassen kann, muss ein Emissionshandelssystem auch Regelungen beinhalten, die eine für Dritte nachvollziehbare Erfassung der Emissionsaktivitäten sicherstel-

¹¹²⁷ Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010)*: S. 18.

¹¹²⁸ Vgl. *SchfHwG (2011)*: § 14.

¹¹²⁹ Vgl. *SchfHwG (2011)*: § 13.

¹¹³⁰ Vgl. *SchfHwG (2011)*: § 19.

len.¹¹³¹ Wegen des festen brennstoffspezifischen Verhältnisses zwischen der in einem Verbrennungsprozess eingesetzten kohlenstoffhaltigen Brennstoffmenge und den entstehenden Kohlendioxidemissionen reicht es für die Erfüllung einer solchen Berichtspflicht aus, die eingesetzten Brennstoffmengen nachvollziehbar zu erfassen.¹¹³²

Aufgrund der Anzahl einzubeziehender Anlagen dürfte der Betrieb eines Berichts- und Kontrollsystems nicht unerhebliche Transaktionskosten verursachen. Allerdings ist damit zu rechnen, dass die Transaktionskosten in *Deutschland* moderat ausfallen würden. Denn die für eine Kontrolle notwendigen Informationen zu Verbrauchsmengen von Brennstoffen werden, wie im Folgenden gezeigt wird, von der Mehrzahl der möglichen regulierungspflichtigen Personen bereits heute aus anderen Gründen auf eine für Dritte nachprüfbare Weise gesammelt. Werden die bereits vorhandenen Erfassungssysteme genutzt, würde die Einrichtung des Monitoring-Systems weit geringere Kosten auslösen, als bei einer völligen Neueinrichtung zu erwarten wäre.

Erstens dürften bspw. innerhalb des Subsektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen bereits umfassend Instrumente zur Messung von Energieverbräuchen der dort betriebenen knapp zwei Millionen Feuerungsanlagen installiert sein und zuverlässige Abrechnungen für verbrauchte Brennstoffmengen vorgenommen werden. Denn die potenziell zertifikatpflichtigen Akteure dieses Sektors erfassen aus eigenem Interesse Informationen zum Energieverbrauch; schließlich bilden die ermittelten Daten die Basis für die Bestimmung energiebedingter Produktionskosten. Ihre Erfassung bietet zudem Kontrollmöglichkeiten und stellt die Grundlage für die Optimierung von Produktionsprozessen dar. Die zutreffende und für Dritte nachvollziehbare Erfassung der Informationen ist also im betrieblichen Rechnungswesen bereits enthalten.¹¹³³ Damit ist innerhalb des Subsektors „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ bereits ein umfassendes Berichts- und Kontrollsystem installiert, das zum Zwecke des Monitorings innerhalb des Emissionshandelssystems genutzt werden könnte. Die Überprüfung der speziell für das Emissionshandelssystem benötigten Angaben könnte im Rahmen der allgemeinen Bilanz- und Buchführungskontrolle durch Wirtschaftsprüfer erfolgen. Die Überprüfung an sich dürfte daher nicht zu zusätzlichen Kosten führen, die auf die Einrichtung des Monitoring-Systems zurückzuführen sind. Lediglich mit der Übermittlung des „Testats“ an die Umweltbehörde dürften zusätzliche Transaktionskosten der Einrichtung des Monitoring-Systems entstehen.

¹¹³¹ Auch im Rahmen des *Europäischen Emissionshandelssystems* müssen die Emittenten Überwachungs- und Aufzeichnungspflichten in Bezug auf die tatsächlich emittierten Mengen Treibhausgasemissionen und die von ihnen gehaltenen Mengen Emissionszertifikate erfüllen. Zudem haben sie dafür Sorge zu tragen, dass die vorgenommenen Dokumentationen von registrierten, unabhängigen Gutachtern verifiziert werden. Vgl. *EU-Emissionshandelsrichtlinie (2003)*: Art. 15.

¹¹³² Vgl. *Stavins, R. (1995)*: S. 145 oder *Raux, C. (2002)*: S. 64. Vgl. hierzu auch Kap. 5.2.2.

¹¹³³ Die Ermittlung von Energieverbrauchsmengen ist Teil der Gewinn- und Verlustrechnung, die Auflistung einsatzfähiger Feuerungsanlagen Bestandteil der Jahresbilanz.

Zweitens nehmen all jene Wirtschaftssubjekte des Subsektors Haushalte bereits eine Erfassung verbrauchter Brennstoffmengen vor, die unter die Berichtspflichten der *Heizkostenverordnung* fallen.¹¹³⁴ Diese Verordnung regelt die Verteilung von Kosten, die bei der Bereitstellung von Warmwasser und der Erzeugung von Wärmeenergie anfallen, soweit die benötigte Energie in einer zentralen Heizungsanlage für mehrere Nutzer einer Immobilie gemeinsam erzeugt wird. Die *Heizkostenverordnung* verpflichtet den Betreiber einer Heizungsanlage zu einer verbrauchsabhängigen Bestimmung der Heizkosten je Wohn- oder Geschäftseinheit, sobald ein Gebäude über mindestens zwei Nutzeinheiten verfügt.¹¹³⁵ Einzelöfen in Mehrparteienhäusern sowie in Einfamilienhäusern installierte Heizungsanlagen fallen nicht unter die *Heizkostenverordnung*. Wird in einem Zweifamilienhaus eine der beiden Wohnungen vom Eigentümer selbst zu Privatzwecken genutzt, darf zudem eine von der *Heizkostenverordnung* unabhängige Verbrauchskostenaufteilung vorgenommen werden.¹¹³⁶ Die *Heizkostenverordnung* verpflichtet ferner sämtliche Eigentümer von Heizanlagen, die unter die Verordnung fallen, Geräte zur Erfassung des Energieverbrauchs anzubringen, die eine individuelle, nach Mietparteien getrennte Verbrauchsablesung ermöglichen.¹¹³⁷ Von den gelieferten Brennstoffen darf der Eigentümer dem Nutzer der Heizungsanlage lediglich die verbrauchten Brennstoffmengen in Rechnung stellen.¹¹³⁸

Drittens sind im Haushaltssektor überall dort Messinstrumente zur Feststellung von Brennstoff- oder Energieverbrauchsmengen installiert, wo die betriebenen Heizungsanlagen leitungsgebunden mit Brennstoffen (Erdgas) oder Wohnungen direkt mit Nutzenergie (Fernwärme, Strom) versorgt werden. Denn nur der Einbau von Kalorimetern und Gas-, Warmwasser-, Wärmemengen- oder Stromzählern versetzt die entsprechenden Lieferanten in die Lage, individuelle und nachvollziehbare Rechnungen für bezogene Energie- oder Brennstoffmengen auszustellen. Und die Betreiber der Heizungsanlagen können die ihnen in Rechnung gestellten Liefermengen von Erdgas oder Energie an den entsprechenden Zählern kontrollieren.

Um abschätzen zu können, in welchem Umfang vor diesem Hintergrund die Etablierung eines Emissionshandelssystems zu neu entstehenden Implementierungskosten im Zusammenhang mit dem Aufbau eines Überwachungssystems führen würde, lohnt eine kombinierte Betrachtung

¹¹³⁴ Vgl. *HeizkostenV (2009)*. Grundsätzlich gelten die Bestimmungen der *HeizkostenV* unabhängig von einer privaten oder geschäftlichen Nutzung der Energiemengen, d. h. sowohl für den Haushaltssektor als auch für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen. Vgl. *Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 59 f.* Da für den Subsektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen bereits ein nutzbares Monitoring-System identifiziert wurde, wird im weiteren Verlauf die Nutzbarkeit der Bestimmungen der *HeizkostenV* als Monitoring-System für den Subsektor Haushalte betrachtet.

¹¹³⁵ Vgl. *Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 66.*

¹¹³⁶ Vgl. *Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 65 f.*

¹¹³⁷ Entsprechend zulässige Geräte werden in der Verordnung aufgelistet. Hierunter fallen Wärmezähler, elektronische Heizkostenverteiler, Heizkostenverteiler nach dem Verdunstungsprinzip und Warmwasserzähler. Vgl. *Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 84 ff.* und *HeizkostenV (2009): §§ 4 und 5.*

¹¹³⁸ Für eine Auflistung der umlagefähigen Betriebskosten der Heizungsanlage, die der Eigentümer in Rechnung stellen darf, siehe *HeizkostenV (2009): § 7.*

des Bestands an Wohngebäuden und den verwendeten Heizungssystemen im Gebäudebestand. Das *Statistische Bundesamt* gibt die Anzahl der zum Ende des Jahres 2010 bestehenden Wohngebäude mit etwa 18 Mio. an. Darunter befinden sich rund 11,4 Mio. Einfamilienhäuser, 3,6 Mio. Zweifamilienhäuser und 3 Mio. Mehrfamilienhäuser. In allen Gebäuden zusammen gibt es rund 39,6 Mio. Wohneinheiten, wobei auf die Zweifamilienhäuser 7,2 Mio. und auf die Mehrfamilienhäuser 21 Mio. Wohnungen entfallen.¹¹³⁹

Die Eigentümer von rund 2,25 Mio. Mehrfamilienhäusern mit etwa 15,8 Mio. Wohnungen müssen den Berichtspflichten, die ihnen durch die *Heizkostenverordnung* auferlegt werden, nachkommen.¹¹⁴⁰ In weiteren 4,6 Mio. Wohneinheiten in Mehrfamilienhäusern (in denen die Heizkostenverordnung nicht zu beachten ist) sind Wohnungsheizungen und Einzelraumheizungen installiert, die überwiegend mit Gas und zu einem geringen Teil auch mit Strom betrieben werden.¹¹⁴¹ D. h., in insgesamt rund 20,4 Mio. Wohneinheiten werden Energieverbrauchsmessungen bereits auf eine für Dritte nachvollziehbare Weise vorgenommen. Zum einen erfolgt dies aus Gründen der Befolgung von Regulierungsbestimmungen. Zum anderen, weil der Energielieferant andernfalls keinen Nachweis über gelieferte Energiemengen erbringen könnte.

In 3 % des Gebäudebestands der 3 Mio. Mehrfamilienhäuser, das entspricht rund 90.000 Mehrfamilienhäusern, sind Wohnungs- und Einzelraumheizungen installiert, die weder unter die Berichtspflichten der *Heizkostenverordnung* fallen, noch leitungsgebunden versorgt werden. Bei durchschnittlich 7 Wohnungen je Gebäude kommen solche Heizungssysteme in insgesamt rund 630.000 Wohneinheiten zum Einsatz. In etwa 480.000 dieser Wohnungen werden Ölheizungen und in rund 150.000 Wohnungen werden Festbrennstoffheizungen als hauptsächliche Heizungssysteme eingesetzt.¹¹⁴² Die Anzahl der in den 480.000 Wohnungen installierten Ölheizungen beträgt 1,54 Mio.¹¹⁴³ Die Anzahl der in den 150.000 Wohnungen eingebauten Festbrenn-

¹¹³⁹ Vgl. *Statistisches Bundesamt (2010)*: S. 10. Die Anzahl der Wohnungen wird mit etwas mehr als 40 Mio. angegeben. Vgl. *Statistisches Bundesamt (2010b)*: S. 6.

¹¹⁴⁰ Unter die Verordnung fallen etwa 75 % der rund 3 Mio. Mehrfamilienhäuser. In diesen 2,25 Mio. Mehrfamilienhäusern sind entweder Block-/Zentralheizungen installiert oder die Energieversorgung erfolgt über ein Fernwärmenetz. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010)*: S. 84. Bei durchschnittlich 7 Wohnungen je Mehrfamilienhaus ergeben sich knapp 15,8 Mio. Wohneinheiten, in denen die Berichtspflichten der *Heizkostenverordnung* zur Anwendung kommen. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010)*: S. 42.

¹¹⁴¹ In 21,7 % des Gebäudebestands sind mit Gas und Strom betriebene Wohnungs- und Einzelraumheizungen installiert, die nicht unter die Berichtspflichten der Heizkostenverordnung fallen. Dabei handelt es sich um 651.000 Gebäude mit im Durchschnitt 7 Wohnungen, insgesamt demnach rund 4,6 Mio. Wohneinheiten. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010)*: S. 42 und S. 84.

¹¹⁴² In 2,3 % des Gebäudebestands an Mehrfamilienhäusern, d. h. in 480.000 Wohnungen, werden Ölheizungen und in 0,7 % des Gebäudebestands, d. h. in 150.000 Wohnungen, werden Festbrennstoffheizungen betrieben. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010)*: S. 42 und S. 84.

¹¹⁴³ Die Anzahl der 1,54 Mio. Ölfeuerungsanlagen ergibt sich wie folgt: In 2,1 % des Gebäudebestands an Mehrfamilienhäusern – das entspricht 63.000 Gebäuden – sind mit Heizöl betriebene Einzelraumheizungen installiert. Bei durchschnittlich 7 Wohnungen je Gebäude mit durchschnittlich je 3,4 Zimmern beträgt deren Anzahl 1,5 Mio. Hinzu addiert wird die Anzahl der mit Heizöl betriebenen Wohnungsheizungen: In 0,2 % des Gebäudebestands an Mehrfamilienhäusern – das entspricht rund 6.000 Ge-

stoffheizungen berechnet sich auf 0,286 Mio.¹¹⁴⁴ Der Betrieb eben dieser Heizungssysteme wäre unter einem Emissionshandelssystem mit neu auftretenden Monitoring-Kosten verbunden. Die Betreiber dieser Anlagen hätten Kosten zu tragen, da sie zum Zweck der Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Handelssystems zu einer nachvollziehbaren Dokumentation der verbrauchten Brennstoffmengen verpflichtet werden müssten. Ölheizungen könnten zu diesem Zweck mit Ölzählern aus- bzw. nachgerüstet werden. Der Verbrauch von Kohle und Holz als Brennstoff kann mit messtechnischen Instrumenten nicht ermittelt werden. Hier ist lediglich die Auferlegung einer Berichtspflicht möglich. Diese kann ähnlich der nach der *Heizkostenverordnung* zulässigen Brennstoffkostenermittlung für Fest- und Flüssigbrennstoffe ausformuliert werden. D. h., der Brennstoffmengenverbrauch eines Berichtsjahres wird durch Gegenüberstellung des Jahresanfangsbestandes und des -endbestandes und der im Laufe des Jahres getätigten Zukäufe ermittelt.¹¹⁴⁵ Hierauf aufbauend könnten die fossilen CO₂-Emissionsmengen dann buchhalterisch ermittelt werden.¹¹⁴⁶

In den rund 15 Mio. Ein- und Zweifamilienhäusern mit 18,6 Mio. Wohnungen überwiegt die leitungsgebundene Versorgung die Heizenergie- und Brennstoffbereitstellung. Etwa 57 % der Gebäude werden auf diesem Weg mit Gas, Fernwärme oder Strom versorgt, d. h., in 10,6 Mio. Wohneinheiten werden die eingesetzten Brennstoffmengen bereits erfasst. In rund 36 % der Ein- und Zweifamilienhäuser wird Öl als Brennstoff eingesetzt. Das bedeutet, in 6,7 Mio. Wohneinheiten kann mit dem Einbau von Ölzählern der Energieverbrauch zuverlässig und für Dritte

bäuden – sind solche Wohnungsheizungen installiert, die mit Heizöl betrieben werden. Bei durchschnittlich 7 Wohnungen je Gebäude beträgt die Anzahl solcher Heizungssysteme 42.000 Stück bzw. rund 0,04 Mio. Grundlage dieser Berechnung sind Angaben des *Statistischen Bundesamtes*. Dort wird die durchschnittliche Anzahl an Wohnungen in Mehrfamilienhäusern mit 7 angegeben. Die durchschnittliche Raumgröße in der *Bundesrepublik* beträgt demnach rund 20 qm, und die durchschnittliche Wohnfläche in einer Wohnung innerhalb eines Mehrfamilienhauses wird mit rund 67 qm angegeben. Damit liegt die durchschnittliche Raumanzahl einer Wohnung innerhalb eines Mehrfamilienhauses bei 3,4. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010): S. 42 und S. 84 i. V. m. Statistisches Bundesamt (2010b): S. 6 und S. 12.*

¹¹⁴⁴ Die Ermittlung der 0,286 Mio. Festbrennstoffanlagen stellt sich wie folgt dar: In 0,3 % des Gebäudebestands an Mehrfamilienhäusern – das sind rund 9.000 Gebäude – sind mit Biomasse betriebene Einzelraumheizungen installiert. Diese rund 0,214 Mio. Biomasseheizungen fielen nicht unter das Emissionshandelssystem und werden hier nicht weiter betrachtet. In 0,4 % des Gebäudebestands an Mehrfamilienhäusern – das sind rund 12.000 Gebäude – sind mit Kohle betriebene Einzelraumheizungen eingebaut. Die Anzahl dieser mit Kohle betriebenen Festbrennstoffanlagen beträgt bei 7 Wohnungen je Gebäude mit durchschnittlich 3,4 Zimmern 285.600 Stück und damit rund 0,286 Mio. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010): S. 42 und S. 84 i. V. m. Statistisches Bundesamt (2010b): S. 6 und S. 12.* Eine Erläuterung der Angaben zur durchschnittlichen Raumgröße, der durchschnittlichen Anzahl an Wohnungen und an Wohnräumen findet sich in der vorangehenden Fußnote.

¹¹⁴⁵ Vgl. *Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009): S. 96 f.*

¹¹⁴⁶ Als problematisch kann sich in diesen Fällen die fehlende Glaubwürdigkeit der Verbrauchsmengenangaben erweisen, wenn sie messtechnisch nicht nachprüfbar sind. Solange Betreiber und Nutzer einer Heizungsanlage auseinanderfallen, führen deren sich entgegenstehende Interessen allerdings dazu, dass das Glaubwürdigkeitsproblem nicht von zu großer Bedeutung sein dürfte. Wenn der Betreiber dem Nutzer nämlich die Brennstoffkosten in Rechnung stellen möchte, ist er darauf verwiesen, sämtliche Brennstofflieferungen buchhalterisch vollständig zu erfassen. Ansonsten kann er die Höhe der Heizkosten nicht nachvollziehbar begründen. Diesen Anreiz hat der Betreiber einer selbst genutzten Festbrennstoffanlage allerdings nicht.

nachvollziehbar ermittelt werden. In etwa 130.200 Wohneinheiten kommen mit Kohle betriebene Festbrennstoffanlagen zum Einsatz. In diesen rund 0,13 Mio. Wohneinheiten in Ein- und Zweifamilienhäusern ist es ebenso wenig wie bei den entsprechenden Heizungsanlagen in Mehrfamilienhäusern möglich, durch den Einbau von Zählern die Art und die Menge eingesetzter Brennstoffe zu ermitteln und den Energieverbrauch einfach durch das Ablesen von Messgeräten zu kontrollieren. Auch in diesen Fällen könnte eine Ermittlung der verbrauchten Brennstoffmengen ähnlich der nach der *Heizkostenverordnung* zulässigen Weise für Fest- und Flüssigbrennstoffe ausformuliert werden. Auf der Basis von Lieferscheinen, Brennstoffrechnungen und der Veränderung von Lagerbeständen könnten die Treibhausgasemissionen festgestellt werden. Im restlichen Wohnungsbestand wird u. a. Biomasse als Energieträger verwendet. Da dort kein fossiler Kohlenstoff Verwendung findet, wäre der Energieverbrauch solcher Anlagen im Rahmen eines Handelssystems nicht zu dokumentieren.¹¹⁴⁷

Die Anzahl der in Ein- und Zweifamilienhäusern installierten Ölfeuerungsanlagen, die als hauptsächliches Heizungssystem genutzt werden, beträgt insgesamt 5,406 Mio.¹¹⁴⁸ Die Anzahl der entsprechenden in Ein- und Zweifamilienhäusern eingebauten mit Kohle betriebenen Festbrennstoffanlagen berechnet sich auf 0,4 Mio.¹¹⁴⁹ Die Einführung eines Emissionshandelssystems wäre in diesen Fällen mit neu auftretenden Monitoring-Kosten verbunden, da deren Betrieb

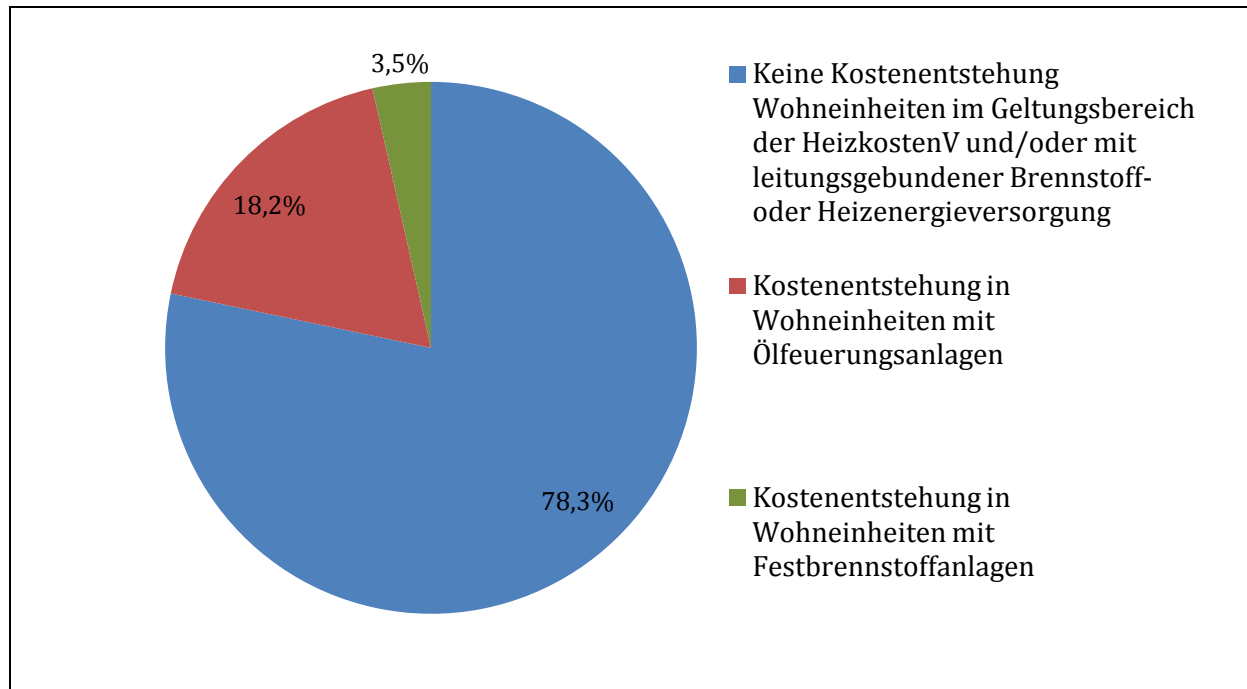
¹¹⁴⁷ Bezogen auf den Gebäudebestand an Ein- und Zweifamilienhäusern kommen die eingesetzten Energieträger und Energiebereitstellungsformen in folgenden prozentualen Anteilen vor: Fernwärme: 2,1 %, Gas: 50,3 %, Öl: 35,9 %, Biomasse: 6,3 %, Kohle: 0,7 %, Strom: 4,8 %. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010)*: S. 84 i. V. m. *Statistisches Bundesamt (2010b)*: S. 12. Auf Basis dieser Informationen zu eingesetzten Energieträgern sind die Angaben zur Anzahl der Wohnungen abgeleitet worden.

¹¹⁴⁸ Die Summe ergibt sich wie folgt: In 34,8 % des 15 Mio. Objekte umfassenden Gebäudebestands an Ein- und Zweifamilienhäusern sind mit Heizöl betriebene Zentralheizungen installiert. Die Anzahl dieser Ölzentralheizungen beläuft sich auf 5,22 Mio. Hinzu gezählt werden die mit Heizöl betriebenen Wohnungsheizungen. Solche Wohnungsheizungen, die mit Öl betrieben werden, sind in 1 % des Gebäudebestands an Ein- und Zweifamilienhäusern – das sind 150.000 Gebäude – verbaut. Die Anzahl mit Heizöl betriebener Wohnungsheizungen liegt insg. bei 186.000 Stück resp. rund 0,186 Mio. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010)*: S. 42 und S. 84 i. V. m. *Statistisches Bundesamt (2010b)*: S. 6 und S. 12. Bei insgesamt 18,6 Mio. Wohneinheiten in 15 Mio. Ein- und Zweifamilienhäusern nimmt die durchschnittliche Anzahl an Wohnungen je Gebäude einen Wert von rund 1,24 an. Vgl. *Statistisches Bundesamt (2010b)*: S. 6, S. 10 und S. 12.

¹¹⁴⁹ Die Ermittlung der Anzahl an Festbrennstoffanlagen gestaltet sich wie folgt: In 3,5 % des Gebäudebestands an Ein- und Zweifamilienhäusern – das sind 525.000 Gebäude – sind rund 0,525 Mio. mit Festbrennstoffen betriebene Zentralheizungen installiert. Bei einem Verhältnis von Biomasse zu Kohlenutzung in Festbrennstoffanlagen in *Deutschland* von 9 zu 1 macht dies 52.500 Zentralheizungen, die mit Kohle betrieben werden. In weiteren 3,5 % des Gebäudebestands an Ein- und Zweifamilienhäusern sind etwa 3.550.000 mit Festbrennstoffen betriebene Einzelraumheizungen installiert. Wird dasselbe Verhältnis von Biomasse zu Kohlenutzung in Festbrennstoffanlagen von 9 zu 1 zugrundegelegt, macht dies 355.000 Einzelraumheizungen, die mit Kohle betrieben werden. Vgl. *Diefenbach, N. et al. (2010)*: S. 42 und S. 84 i. V. m. *Statistisches Bundesamt (2010b)*: S. 6 und S. 12. Diese Angaben beruhen auf einer überschlägigen Abschätzung der durchschnittlichen Raumanzahl von 5,45 Räumen in Wohneinheiten in Ein- und Zweifamilienhäusern, wobei angenommen wird, dass jeder dieser Räume beheizt wird. Da die durchschnittliche Raumgröße in der *Bundesrepublik* bei rund 20 qm liegt und die Wohnfläche in Ein- und Zweifamilienhäusern durchschnittlich 109 qm beträgt, liegt die durchschnittliche Raumanzahl bei 5,45. Bei insgesamt 18,6 Mio. Wohneinheiten in 15 Mio. Ein- und Zweifamilienhäusern nimmt die durchschnittliche Anzahl Wohnungen je Gebäude einen Wert von rund 1,24 an. Vgl. *Statistisches Bundesamt (2010b)*: S. 6, S. 10 und S. 12.

aktuell nicht unter die *Heizkostenverordnung* fällt. Das Ergebnis der überschlägigen Bestandsaufnahme bestehender und nutzbarer Monitoring-Systeme wird in *Abbildung 5e* dargestellt.

Abbildung 5e: Entstehung von Monitoring-Kosten eines Emissionshandelssystems in den 39,6 Mio. Haushalten in Deutschland: Übersicht über Haushaltsgruppen



Quelle: Eigene Darstellung.

In 31 Mio. bzw. 78,3 % der insgesamt 39,6 Mio. Wohneinheiten in *Deutschland* werden bereits heutzutage jährliche Verbrauchsmengenermittlungen von Brennstoffen vorgenommen. Da sich diese Daten unmittelbar zum Zwecke des Monitorings nutzen ließen, würden den entsprechenden Betreibern der Verbrennungsanlagen keine zusätzlichen Kosten entstehen, falls ein Emissionshandelssystem im Gebäudesektor etabliert würde und sie eine Pflicht zur Erfassung verbrauchter Brennstoffmengen auferlegt bekämen. In den verbleibenden 21,7 % aller Wohnungen, d. h. 8,6 Mio. Wohneinheiten, wäre dies hingegen der Fall. Für die Betreiber der dort installierten Feuerungsanlagen, die mit fossilen Brennstoffen bestückt werden, würde die Implementierung des Monitoring-Systems unmittelbar die Entstehung von Kosten bedeuten, die mit der nachvollziehbaren Erfassung von Brennstoffverbräuchen einhergingen.¹¹⁵⁰ An rund 7 Mio. Ölfeuerungsanlagen ließen sich zu diesem Zweck Ölzähler anbringen. In rund 0,7 Mio. Fällen, in denen mit Kohle betriebene Festbrennstoffanlagen als hauptsächliche Heizungssysteme installiert sind und die nicht unter die Berichtspflichten der *Heizkostenverordnung* fallen, wäre es erforderlich, eine für Dritte nachvollziehbare buchhalterische Erfassung vorzunehmen.

¹¹⁵⁰ Die Summe setzt sich aus den 630.000 Wohneinheiten in Mehrfamilienhäusern und den 8 Mio. Wohneinheiten in Ein- und Zweifamilienhäusern zusammen.

Bei den übrigen 1,2 Mio. der insgesamt 1,9 Mio. Festbrennstoffanlagen handelt es sich um installierte Heizungssysteme, meist Einzelraumheizungen, die zusätzlich zu einem Hauptheizungssystem verwendet werden können.¹¹⁵¹ Insofern diese zusätzlichen Feuerungsanlagen betrieben werden, entstehen auch für diese Anlagen die entsprechenden Transaktionskosten. In allen verbliebenen Fällen, in denen Energie mit Feuerungsanlagen erzeugt wird, ohne fossile Energieträger einzusetzen, unterbleibt ein Einbezug in das Emissionshandelssystem.

Zum Zwecke des Monitorings und der Ermittlung der individuellen Vorlagepflichten von Emissionsberechtigungen innerhalb einer Handelsperiode müssten die erfassten Angaben zu Brennstoffverbräuchen anschließend an die Umweltbehörde übermittelt werden.¹¹⁵² Um einen jährlichen Abgleich des sektoralen Emissionsmengenbudgets mit den tatsächlichen Emissionsmengen zu gewährleisten, würde sich die Auferlegung einer jährlichen Berichtspflicht anbieten.¹¹⁵³

5.3.3.3 *Verifizierung der Verbrauchsmengenangaben*

Um eine wahrheitsgemäße Übermittlung der entsprechenden Verbrauchsmengenangaben an die Umweltbehörde sicherzustellen, könnte den regulierten Wirtschaftssubjekten neben der Berichtspflicht auch eine Pflicht zur Verifizierung der gemachten Verbrauchsangaben durch unabhängige Dritte auferlegt werden.¹¹⁵⁴ Der Umfang dieser Prüfungspflichten wäre nicht groß und könnte weitgehend automatisiert ablaufen, falls die bereits erwähnten Ölzähler ebenso umfassend installiert würden, wie es bereits heute bei Gaszählern der Fall ist. Dann würde die Überprüfung von Verbrauchsmengenangaben in rund 96,5 % aller Wohnungen hauptsächlich das Ablesen eines Messinstruments und dessen Kontrolle auf einwandfreie Funktionalität bedeuten.¹¹⁵⁵

¹¹⁵¹ Für die Ermittlung der Gesamtanzahl potenziell einzubeziehender Festbrennstoffanlagen siehe Kap. 5.2.3.

¹¹⁵² Wenn nur einmal jährlich eine Übertragung der Emissionsberechtigungen an die Umweltbehörde erfolgen muss, kann die Anzahl der erforderlichen Transaktionen zum Nachweis vorhandener Emissionsberechtigungen auf ein Minimum reduziert werden. Zudem ist die zertifikatpflichtige Person damit relativ frei in der Wahl des Zeitpunktes an dem die benötigten Mengen an CO₂-Zertifikaten gekauft werden.

¹¹⁵³ Die Tätigkeiten, die mit dieser jährlichen Berichtspflicht einhergehen würden, unterscheiden sich kaum von dem üblichen Verfahren, mit dem die Verbraucher von elektrischer Energie ihren Stromversorger über bezogene Energiemengen informieren. Darunter fallen das jährliche Ablesen des Stromzählers und die elektronische oder postalische Übermittlung des Zählerstands. Ebenso üblich ist für Millionen von Haushalten, die eine Heizungsanlage gemeinsam mit anderen Haushalten nutzen, die jährliche Erfassung von genutzten Wärmeenergiemengen durch entsprechend beauftragte Unternehmen, die Ablesedienste anbieten. Und auch in all jenen Haushalten, die leitungsgebunden mit Gas versorgt werden, findet eine jährliche Überprüfung des Gaszählerstandes statt.

¹¹⁵⁴ Ein solches Vorgehen würde der Testierung von Geschäftsberichten durch Wirtschaftsprüfer ähneln.

¹¹⁵⁵ Wie im vorherigen Teilkapitel dargelegt, werden insgesamt 38,2 Mio. Wohnungen leitungsgebunden mit Brennstoffen und Energie versorgt oder es kommt Heizöl als Energieträger zum Einsatz.

In all den Wohnungen, in denen Feuerungsanlagen leitungsgebunden mit Gas versorgt werden, erfolgt eine solche Ablesung bereits im jährlichen Rhythmus. Zum Zwecke der Verifizierung der Verbrauchsmengenangaben des Anlagenbetreibers würde es in diesen Fällen ausreichen, dass der Gaslieferant den Gaszählerstand gegenüber der Umweltbehörde bestätigt. Die Transaktionskosten der Verifizierungspflicht würden bei Gasfeuerungsanlagen lediglich vom Vorgang dieser Informationsübermittlung ausgehen. Eine ähnliche Kontrolle von Ölzählerständen findet derzeit nicht statt. Das bedeutet, dass der Betreiber einer Ölfeuerungsanlage erst eine unabhängige und glaubwürdige Person mit der Ablesung des Zählerstandes betrauten müsste. Zur Gruppe dazu berechtigter Personen oder „Gutachter“ sollten aus Gründen der Minimierung der Transaktionskosten insbesondere solche sachverständigen Personen aufgenommen werden, die sich in Erledigung anderer Aufgaben ohnehin in regelmäßigen zeitlichen Abständen am Betriebsort von Verbrennungsanlagen einfinden und für die damit die Ablesung lediglich einen geringen zusätzlichen Arbeitsaufwand darstellen würde. Auf kostenintensive, separate Begutachtungen durch spezielle Gutachter, die ausschließlich die Ablesung des Zählerstandes zum Zweck der Verifizierung der Verbrauchsmengenangaben für das Emissionshandelssystem im Gebäudesektor vornehmen, sollte weitgehend verzichtet werden.¹¹⁵⁶ Für die zuvor genannten kostengünstigen „kombinierten“ Begutachtungen böten sich bspw. die Personen des Schornsteinfegerhandwerks an. Sie könnten die anfallenden Kontrollaufgaben im Rahmen der von ihnen ohnehin durchgeführten Feuerstättenschau vornehmen. Aber auch die Vertreter von Unternehmen, die Ablesedienste anbieten oder die Mitarbeiter von Unternehmen, die sich auf die Wartung von Heizungsanlagen spezialisiert haben, wären geeignete Gutachter. Denn um ihren Geschäften nachgehen zu können, nehmen diese Personengruppen die entsprechenden Heizungsanlagen ohnehin regelmäßig in Augenschein. Würden diese Berufsgruppen die unabhängige Bestätigung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen im Rahmen der Durchführung ihrer eigentlichen Geschäftstätigkeit vornehmen, bedeutete die Umsetzung der Verifizierungspflicht nichts weiter, als das Eintragen des abgelesenen Zählerstands auf einem dazu geeigneten Datenerfassungsbogen.¹¹⁵⁷ Die Akteure der drei genannten Berufsgruppen könnten die messtechnisch erfassten Verbrauchsmengen kostengünstig verifizieren und das Ergebnis ihrer Überprüfungen der Umweltbehörde übermitteln.¹¹⁵⁸ Sie wären aufgrund ihrer beruflichen Er-

¹¹⁵⁶ Wesentliche Kosten stellen die Kosten des Ablesens sowie der An- und Abfahrt dar.

¹¹⁵⁷ Es ist nicht davon auszugehen, dass sich die Vertreter der drei genannten Berufsgruppen jeweils jährlich am Ort der Verbrennungsanlage einfinden, um ihre berufsspezifischen Aufgaben zu erledigen (So sieht das *Schornsteinfeger-Handwerksgesetz* bspw. keine jährliche Feuerstättenschau vor). Dass dies aber im Durchschnitt für einen Vertreter von einer der drei genannten Berufsgruppen zutrifft, kann für plausibel gehalten werden. So wird für die Transaktionskostenabschätzung angenommen, dass in einem Kalenderjahr durchschnittlich mindestens ein Vertreter der genannten Berufsgruppen die beschriebene kostengünstige Verbrauchsmengenverifizierung vornehmen könnte.

¹¹⁵⁸ Durch den technischen Fortschritt lassen sich die anfallenden Transaktionskosten weiter reduzieren. Zum Ablesen von Wärmemengenzählern ist es bereits in vielen Fällen nicht mehr erforderlich, die

fahrung auch in der Lage, mögliche Manipulationen an Verbrauchsüberwachungseinheiten festzustellen. Insgesamt würden die Transaktionskosten der Verifizierungspflicht von Verbrauchsmengenangaben bei Ölfeuerungsanlagen damit etwas höher ausfallen als bei Gasfeuerungsanlagen. Denn neben der Informationsübermittlung würden die Kosten auch von der Informationsermittlung ausgelöst.

Lediglich in 3,5 % aller Wohneinheiten in *Deutschland* ließe sich die Richtigkeit der Verbrauchsmengenangaben nicht auf die bisher beschriebene Art nachprüfen, denn in diesen Wohnungen werden Festbrennstoffanlagen betrieben. Das bedeutet, dass es zum einen keine Messinstrumente gibt, mit denen der Verbrauch an eingesetzten fossilen Brennstoffen festgehalten werden könnte und zum anderen, dass eine persönliche Begutachtung von Brennstofflieferungsrechnungen durch einen unabhängigen Sachverständigen allein nicht ausreicht, um darauf aufbauend zuverlässige Angaben in Bezug auf den Brennstoffverbrauch abzuleiten. Die Überprüfung der Verbrauchsmengenangaben müsste in diesen Fällen an anderer Stelle ansetzen und würde über die Auferlegung einer Dokumentationspflicht für die Betreiber der entsprechenden Verbrennungsanlagen hinausgehen. Vorstellbar wäre etwa den Lieferanten von Braun- und Steinkohlen eine Auskunftspflicht für veräußerte Mengen Brennstoffe aufzuerlegen. Im Rahmen einer solchen Verpflichtung könnten statt der Abnehmer die Lieferanten aufgefordert werden, der Umweltbehörde mitzuteilen, von welchem zertifikatpflichtigen Akteur welche Brennstoffmengen erworben worden sind. Den entsprechenden Lieferanten würden damit also Regulierungskosten aufgebürdet, die als Folge der Einrichtung eines funktionsfähigen Emissionshandelssystems im Gebäudesektor entstünden.¹¹⁵⁹ Eine solche personenbezogene und anlagenspezifische Erfassung und Übermittlung von veräußerten Brennstoffmengen könnte allerdings, die Transaktionskosten reduzierend, vollständig automatisiert ablaufen. Erforderlich wären dazu lediglich eine elektronisch lesbare Karte, ein Lesegerät und eine Internetverbindung. Vorstellbar ist, auf der einen Seite die Betreiber einer Festbrennstoffanlage mit einer elektronisch lesbaren Karte auszustatten, auf welcher dieselben anlagenspezifischen Daten gespeichert wären, die im Rahmen der Anlagenregistrierung der Umweltbehörde bereits übermittelt worden sind. Auf der anderen Seite könnten Kohlehändler mit entsprechenden Lesegeräten für diese Karten ausgerüstet werden. Käme es nun zu einem Kaufvorgang, würde der Kohlehändler die auf der Karte gespeicherten Daten mittels des Lesegerätes aufnehmen und diese Angaben gemeinsam mit den Informationen über die veräußerten Brennstoffmengen auf elektronischem Weg an die Umweltbehörde übertragen. Der Betrieb eines solchen Systems dürfte administrativ nicht aufwendiger sein, als die Ausgabe und Verwaltung elektronischer Kundenkarten- oder Rabattmarkensysteme. Trotzdem dürften die Transaktionskosten dieses Verifizierungssystems für verbrauchte

entsprechenden Wohnräume zu betreten. Der Kontrollvorgang kann auf Basis von Funkübertragungstechniken durchgeführt werden.

¹¹⁵⁹ Diese Kosten würden von den Lieferanten wahrscheinlich auf die Nachfrager überwältzt.

Mengen Braun- und Steinkohle höher sein, als die Kosten des bloßen Ablesens von Öl- und Gasverbrauchsmengen. Zudem wäre auch die Art des Eingriffs in das Wirtschaftsgeschehen wesentlich intensiver, da die Regulierungspflichten auf eine weitere Gruppe von Akteuren, namentlich die Kohlehändler, ausgedehnt würden. Die Kosten dieses vergleichsweise teuren und umfassenden Verifizierungssystems könnten möglicherweise deswegen als akzeptabel gelten, weil es nur für eine vergleichsweise kleine Gruppe von zertifikatpflichtigen Akteuren benötigt würde. Außerdem werden in den Haushalten *Deutschlands* kaum mehr Öfen und Heizungsanlagen installiert, die mit Kohle betrieben werden, so dass davon auszugehen ist, dass sich die Anzahl der auf diesem Weg zu kontrollierenden Akteure auch in Zukunft weiter reduzieren und damit auch der Umfang dieser Art Monitoring-Aktivitäten abnehmen würde.

Mit Hilfe der drei vorgeschlagenen Verifizierungssysteme ließen sich die Angaben in Bezug auf verbrauchte Mengen Brennstoffe, die von den regulierten Emittenten im Rahmen der vorgeschlagenen Berichtspflichten erfasst und an die Umweltbehörde übermittelt würden, überprüfen. Auf dieser Basis könnte die Umweltbehörde anschließend die emittierten Kohlenstoffmengen zuverlässig ermitteln und die zertifikatpflichtigen Betreiber von Feuerungsanlagen zur Ablieferung der entsprechenden Anzahl Emissionsrechte auffordern. Um den Erfassungs- und Verwaltungsaufwand insgesamt möglichst weit zu reduzieren, würde sich auch für die jährlichen Verbrauchsmeldungen und deren Verifizierungen die Nutzung einer Online-Datenbank anbieten. Hierbei könnte es sich zweckmäßiger Weise um dasselbe Online-Portal handeln, dessen Einrichtung bereits zum Zwecke der Anlagenregistrierung vorgeschlagen wurde.

5.3.3.4 Sanktionierung nicht regelkonformen Verhaltens

Die Einhaltung der vorgeschlagenen Registrierungs-, Berichts-, Verifizierungs- und Vorlagepflichten kann nicht allein deswegen erwartet werden, weil die zu regulierenden Treibhausgasemittenten zu ihrer Übernahme aufgerufen werden. Solange den Wirtschaftssubjekten mit der Einhaltung dieser Regeln Kosten entstehen, die sie bei nicht regelkonformem Verhalten nicht auf sich nehmen müssten, ist die freiwillige Befolgung der Regulierungspflichten nicht zu erwarten. Die Regeln, die für ein funktionsfähiges Emissionshandelssystem benötigt würden, wären ebenso wenig selbstdurchsetzend, wie es die derzeit geltenden klimapolitischen Auflagen im Gebäudesektor sind. Sind Regeln aber nicht selbstdurchsetzend, reicht ihre bloße Anordnung nicht aus, um das individuelle Verhalten eines rationalen Wirtschaftsakteurs zielgerichtet zu beeinflussen.¹¹⁶⁰ D. h., dass ein funktionsfähiges Emissionshandelssystem auch Bestimmungen umfassen müsste, mit denen die Einhaltung der Regulierungspflichten sichergestellt werden könnte. Eine Möglichkeit dazu stellt die Einrichtung eines Sanktionssystems dar. Ziel der Formulierung

¹¹⁶⁰ Das bedeutet, dass die bloße Formulierung von Sanktionen ohne einen Überwachungsmechanismus das individuelle Verhalten eines rationalen Akteurs nicht zu ändern vermag. Vgl. hierzu grundlegend Posner, R. (2011).

und Androhung von Sanktionen ist es, nicht regelkonformes Verhalten der regulierten Wirtschaftssubjekte zu verhindern. Um diese Wirkung zu erzielen, wären die Sanktionen so auszugestalten, dass aus individueller Sicht die Einhaltung der Regulierungspflichten gegenüber der Handlungsoption der Nicht-Einhaltung als vorteilhaft empfunden wird.¹¹⁶¹

Bei Festlegung der Sanktionshöhe sind absolut oder relativ bestimmte Werte möglich. Letzteres würde bedeuten, dass sich die exakte Höhe der Sanktion in Abhängigkeit vom Emissionsrechtepreis bestimmt. Beide Möglichkeiten kommen in unterschiedlichen Emissionshandelssystemen zum Einsatz. So wird im US-amerikanischen *Clean Air Act*, der insbesondere auf die Minderung von Schwefeldioxidemissionen aus Verbrennungsprozessen abstellt, eine Sanktion in der dreifachen Höhe eines für einen Handelszeitraum prognostizierten Emissionsrechtepreises fällig.¹¹⁶² Im Rahmen des *Europäischen Emissionshandelssystems* lag die Höhe der Sanktionszahlung im Zeitraum zwischen 2005 und 2007 bei 40,- Euro je nicht durch ein Emissionsrecht abgedeckter aber emittierter Tonne CO₂. In der zweiten Handelsperiode, betrug die Höhe der entsprechenden Sanktion 100,- Euro.¹¹⁶³ Mit Beginn des Jahres 2013 gilt die Regelung, die Sanktion in Höhe von anfänglich 100,- Euro jährlich an die Entwicklung des europäischen Verbraucherpreisindex anzupassen.¹¹⁶⁴ Ein ähnliches Vorgehen wird auch für das hier vorgestellte Emissionshandelssystem im Gebäudesektor als geeignet erachtet.

Neben der Festsetzung der Sanktionshöhen für die verschiedenen möglichen Regelverstöße müsste auch festgelegt werden, auf welcher Basis die Umweltbehörde den Umfang der Vorlagepflichten bestimmen kann, falls die regulierten Wirtschaftssubjekte ihren Informationspflichten trotz Sanktionierung nicht nachkommen. Für diese Fälle könnte sich etwa eine Schätzung der Emissionsmenge durch die Umweltbehörde anbieten. Ein solches Vorgehen ist bspw. im Rahmen der Steuereinzahlung bereits üblich. Gibt ein Steuerpflichtiger seine Steuererklärung nicht ab und ist die Bemessungsgrundlage der Steuerzahlungspflicht damit nicht genau ermittelbar, ist das zuständige *Finanzamt* dazu verpflichtet, eine Schätzung der Steuerhöhe vorzunehmen.¹¹⁶⁵ Im Rahmen der Durchsetzung der Emissionsrechtehandelsregulierung könnte eine analoge „Emissionsmengenschätzung“ vorgenommen werden.

Käme der regulierte Emittent zwar seinen Informationspflichten nach oder wäre eine Emissionsmengenschätzung vorgenommen worden, aber unterließe er es, der Regulierungsbehörde die entsprechende Menge Emissionsrechte vorzulegen, böten sich grundsätzlich zwei verschiedene Arten der Sanktionierung an. Zum einen könnte die Sanktion anstelle der Vorlage der erforderlichen Menge Emissionsrechte durchgesetzt und zum anderen zuzüglich einer Pflicht

¹¹⁶¹ Vgl. *OECD (2001)*: S. 50. Neben der Höhe der Sanktion nimmt auch die Entdeckungswahrscheinlichkeit des nicht regelkonformen Verhaltens Einfluss auf die Entscheidungsumwelt eines Akteurs.

¹¹⁶² Vgl. *Cames, M./Deuber, O. (2004)*: S. 101.

¹¹⁶³ Vgl. *EU-Emissionshandelsrichtlinie (2003)*: Art. 16.

¹¹⁶⁴ Vgl. *EU-Emissionshandelsrichtlinie (2009)*: Art. 15a.

¹¹⁶⁵ Vgl. *AO (2011)*: § 162.

zur nachträglichen Vorlage der fehlenden Emissionsrechte in der folgenden Berichtsperiode fällig werden. Die erste Ausgestaltungsvariante hätte zur Folge, dass die Vorlage der Emissionsrechte durch die Ableistung der Sanktionszahlung substituiert werden könnte. Damit würde die Sanktion letztlich eine Preisobergrenze für die Entwicklung des Emissionsrechtepreises darstellen; kein rationaler Akteur würde bereit sein, einen höheren Preis für ein Emissionsrecht zu zahlen. Aus Sicht der Regulierten böte diese Ausgestaltung des Sanktionssystems den Vorteil einer größeren Planungssicherheit: Sobald der Preis für Emissionsrechte über der Sanktionshöhe läge, würde die Sanktionszahlung dem Kauf eines Emissionsrechts vorgezogen. Als nachteilig könnte sich eine solche Ausgestaltung aus gesamtwirtschaftlicher Sicht erweisen, wenn deswegen Vermeidungshandlungen nicht durchgeführt und infolgedessen das Umweltziel nicht erreicht würde. Die zweite Ausgestaltungsvariante hat keinen solchen Substitutionscharakter. Hier würde die Sanktion zusätzlich zur Pflicht einer nachträglichen Vorlage von Emissionsrechten fällig. Weil diese Ausgestaltungsvariante die ökologische Zielerreichung nicht gefährden kann, wäre sie aus umweltökonomischer Sicht der ersten Variante vorzuziehen.

Die herrschende klimapolitische Auflagenregulierung im Gebäudebereich umfasst eine große Anzahl detailreicher Formulierungen technischer Standards bei installierten Feuerungsanlagen sowie eine sehr große Vielzahl energetischer Mindestvorschriften für verschiedene Arten von Baumaterialien. Daher ist derzeit eine ebenso große Vielzahl an Regulierungsverstößen möglich, für die jeweils entsprechende Sanktionen formuliert sein müssten, gäbe es derzeit ein umfassendes Monitoring-System.¹¹⁶⁶ Die Kosten, die mit der umfassenden Ermittlung dieser Regulierungsverstöße verbunden wären, fielen allerdings sehr hoch aus, weil sachverständige Gutachter die installierten Anlagen und verwendeten Bauteile, die in den entsprechenden Verordnungen aufgelistet sind, auf Einhaltung der auflagentechnischen Mindestvorschriften überprüfen müssten. Möglicherweise ist diese kostenintensive Überprüfung der Einhaltung der auflagentechnischen Vorschriften der Grund dafür, dass solche Kontrollen von staatlicher Seite kaum stattfinden.¹¹⁶⁷ D. h., die Wahrscheinlichkeit, bei nicht regelkonformem Verhalten entdeckt zu werden, ist derzeit äußerst gering. Abschätzungen zum Ausmaß nicht regelkonformen Verhaltens kommen zu dem Ergebnis, dass in bis zu 35 % aller Fälle, in denen die herrschende klimapolitische Auflagenregulierung Anwendung finden müsste, die entsprechenden Mindestvorschriften nicht eingehalten werden.¹¹⁶⁸ Die herrschende Auflagenpolitik im Gebäudesektor ist daher nicht nur in der an anderer Stelle bereits ausführlich beschriebenen und diskutierten Art,

¹¹⁶⁶ In der *EnEV* werden lediglich in allgemeiner Form Tatbestände aufgelistet, die einen Verstoß gegen die Vorschriften der *EnEV* darstellen, und es wird festgestellt, dass es sich dabei um Ordnungswidrigkeiten handelt. Vgl. *EnEV* (2009): § 27.

¹¹⁶⁷ Konkrete, systematische Überprüfungen der Einhaltung der *EnEV*-Vorschriften durch eine bestimmte Behörde sieht die aktuelle *EnEV* nicht vor.

¹¹⁶⁸ Für die Beschreibung des Vollzugsdefizits vgl. Kap. 5.1.3. Für die Angabe zum Ausmaß des Vollzugsdefizits vgl. *Weiß, J./Vogelpohl, T. (2010): S. 19.*

ineffizient, sondern auch mit einem erheblichen Vollzugsdefizit belastet.¹¹⁶⁹ Weil sich ein regulierter Akteur nach dem Erwartungswert der Sanktion ausrichtet, könnte der Anreiz zur Regelfollowing innerhalb des herrschenden Auflagensystems kostengünstig erhöht werden, wenn bei gleichbleibender Entdeckungswahrscheinlichkeit die Höhe der Sanktion entsprechend angepasst würde. Ein solches Vorgehen beinhaltet aber die Gefahr, dass bei den regulierten Wirtschaftssubjekten die Akzeptanz der gesamten klimapolitischen Auflagenregulierung schwindet, wenn die Höhe der Sanktion als eine Kriminalisierung von Alltagsverhalten interpretiert würde.

Im Vergleich mit der herrschenden Auflagenregulierung im Gebäudesektor würde ein Sanktionssystem im Rahmen des Emissionshandelsansatzes bei einer erheblich kleineren Anzahl nicht regelkonformer Verhaltensweisen auslösen. Sanktionen würden nur dann fällig, wenn die regulierten Emittenten entweder die ihnen aufgetragenen Informationspflichten (Anlagenregistrierung, Berichterstattung über verbrauchte Brennstoffmengen und Verifizierung) oder die Pflicht zur Vorlage von Emissionsberechtigungen nicht erfüllen. Für die Feststellung nicht regelkonformen Verhaltens wären zudem weit weniger Transaktionskosten aufzuwenden als dies im heutigen Auflagensystem erforderlich wäre, würden innerhalb des heutigen Auflagensystems Monitoring-Verfahren eingeführt. Denn die Informationen darüber, ob die regulierten Wirtschaftssubjekte ihren Berichts- und Verifizierungspflichten tatsächlich nachkommen, ließen sich einfach elektronisch abrufen, wenn das Monitoring-System, in der bereits vorgeschlagenen Form, auf einem elektronisch geführten „Feuerungsanlagenregister“ beruhen würde. Weil die Wahrscheinlichkeit, bei nicht regelkonformem Verhalten entdeckt zu werden, damit sehr hoch wäre, könnten die Sanktionen in einer entsprechend moderaten Höhe festgelegt werden.

5.3.3.5 *Transaktionskostenabschätzung*

Mit der Einführung eines Cap and Trade-Handelssystems für Treibhausgasemissionsberechtigungen im Gebäudesektor würden Kosten entstehen, die unmittelbar vom Betrieb des Handelssystems und vom zu implementierenden Monitoring-System ausgingen. Um diese Betriebs- und Monitoring-Kosten überschlägig zu quantifizieren, wird eine Transaktionskostenabschätzung vorgenommen. Im Rahmen dieser Abschätzung werden jene Kosten berücksichtigt, die ausschließlich aufgrund der Einführung des Handelssystems anfallen würden. D. h., können Informationen genutzt werden, die bereits aus anderen Gründen ermittelt werden, wie etwa aufgrund der Befolgung anderweitiger Regulierungen oder aus eigenem ökonomischen Interesse, oder finden bereits heute Transaktionen statt, die auch zum Zwecke des Betriebs des Handelssystems genutzt werden können, erfolgt keine Zurechnung dieser damit einhergehenden Kosten zu dem hier vorgeschlagenen Handelssystem.

¹¹⁶⁹ Für die Darstellung der Ineffizienzen vgl. Kap. 4.2.2, 5.1.3 und 5.1.4.

Zur Einordnung der Transaktionskosten wird zunächst dargestellt, welche Belastungen das Handelssystem für jeden zur Vorlage von Emissionsberechtigungen Verpflichteten mit sich bringen könnte und welchen Gesamtumfang der Markt für Emissionsberechtigungen annehmen könnte. Im Jahr 2012 wurden etwa 133 Mt CO_{2eq} infolge der Verbrennung fossiler Energieträger im Gebäudesektor emittiert.¹¹⁷⁰ Der ehrgeizige Plan der *Bundesregierung* sieht vor, dass bis zum Jahr 2050 die Kohlendioxidemissionen innerhalb des Gebäudesektors auf nahezu null abgesenkt werden sollen.¹¹⁷¹ Eine Abschätzung des Marktpreises für eine Emissionsberechtigung im Gebäudesektor ist auf Basis der vorliegenden Informationen reine Spekulation. Der sich einstellende Preis wird maßgeblich davon abhängen, in welchem Tempo die für zulässig erachtete sektorale Gesamtemissionsmenge an Treibhausgasemissionen dem Zielwert angepasst werden wird. Ausgehend von der Überlegung, dass mit schrittweise sinkenden Caps in den verschiedenen zukünftigen Handelsphasen unterschiedliche Knappheitssituationen geschaffen werden, ist zu erwarten, dass sich unterschiedliche Marktpreise in den verschiedenen Handelsphasen einstellen würden. Mit Blick auf die zum Teil bekannten Vermeidungskosten ist davon auszugehen, dass die Marktpreise für Emissionsberechtigungen mit zunehmender Verschärfung der Knappheitssituation ansteigen werden. Um angeben zu können, in welchem Umfang die Einführung des Emissionshandelssystems im Gebäudesektor Belastungen auslösen könnte und welchen Anteil daran die Transaktionskosten des Handelssystem jeweils hätten, werden drei Preisszenarien für Emissionsberechtigungen betrachtet.¹¹⁷² Ausgehend von den Informationen der weiter oben vorgestellten *McKinsey-Studie* zur Höhe der Vermeidungskosten im Gebäudesektor werden Preise für Emissionsberechtigungen im Gebäudesektor von 20,- Euro, 50,- Euro und 250,- Euro unterstellt.

Es wird angenommen, dass auf jede Feuerungsanlage, die in das Handelssystem innerhalb des Gebäudesektors einbezogen werden würde, durchschnittlich Treibhausgasemissionen im Umfang von jährlich rund 5,5 Tonnen CO_{2eq} entfallen.¹¹⁷³ Die potenzielle jährliche Belastung eines Betreibers einer Feuerungsanlage bei einer Nachfrage nach Emissionsberechtigungen, die zu einem Ausstoß von 5,5 Tonnen CO_{2eq} berechtigen, hängt unmittelbar von dem Preis ab, der sich für die Emissionsberechtigungen einstellt. Bei einem Preis pro Emissionsberechtigung über je eine Tonne CO_{2eq} von

¹¹⁷⁰ Siehe hierzu Kap. 5.1.1.

¹¹⁷¹ Siehe hierzu Kap. 5.2.1.

¹¹⁷² Rund 60 Mio. Tonnen CO_{2eq}-Emissionen lassen sich zu Grenzkosten von bis zu 20,- Euro pro Tonne CO_{2eq} einsparen. Zusätzliche 7 Mio. Tonnen CO_{2eq} können zu Grenzkosten von bis zu 250,- Euro pro Tonne CO_{2eq} und weitere 7 Mio. Tonnen CO_{2eq} können zu Grenzkosten von bis zu 900,- Euro pro Tonne CO_{2eq} eingespart werden. Informationen zu Kosten für darüber hinaus gehende Minderungen liegen nicht vor. Siehe hierzu Kap. 5.1.2.

¹¹⁷³ Die Schätzung der durchschnittlichen Emissionsmenge je einbezogener Feuerungsanlage basiert auf der Angabe zur Gesamtemissionsmenge von 133 Mio. Tonnen CO₂ im Jahr 2012. Siehe hierzu Kap. 5.1.1. Die Gesamtzahl der potenziell in das Handelssystem einzubeziehenden Anlagen liegt bei circa 24 Mio. Siehe hierzu Kap. 5.2.3.

- 20,- Euro beträgt die jährliche Belastung 110,- Euro,
- 50,- Euro beträgt die jährliche Belastung 275,- Euro,
- 250,- Euro beträgt die jährliche Belastung 1.375,- Euro.

Ebenso hängt der gesamte Marktwert der Emissionsberechtigungen von dem Preis ab, der sich für die Emissionsberechtigungen einstellt. Bei einer jährlichen Gesamtmenge von 133 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen und einem Preis je auf eine Tonne CO₂-Emissionen lautender Emissionsberechtigung von

- 20,- Euro beträgt der Marktwert der Emissionsberechtigungen 2,64 Mrd. Euro pro Jahr,
- 50,- Euro beträgt der Marktwert der Emissionsberechtigungen 6,6 Mrd. Euro pro Jahr,
- 250,- Euro beträgt der Marktwert der Emissionsberechtigungen 33 Mrd. Euro pro Jahr.

Die anfallenden Transaktionskosten werden den drei Kategorien

- Verwaltungskosten der Implementierung und Aufrechterhaltung des Handelssystems,
 - Kosten des Handels, der Verwahrung und der Übertragung von Emissionsberechtigungen,
 - Kosten des Monitoring-Systems
- zugeordnet.

Eine tabellarische Übersicht über die möglichen Transaktionskosten eines Emissionshandelssystems im Gebäudesektor, das nach dem Downstream-Ansatz ausgestaltet ist, bietet *Tabelle 5d*, die im Anschluss an die Erläuterungen zu einzelnen Positionen dargestellt ist.

Verwaltungskosten der Implementierung und Aufrechterhaltung des Handelssystems

Erstellung des rechtlichen Rahmenwerks

Für die Erstellung eines rechtlichen Regelwerkes für ein Emissionshandelssystem können gemäß einer Abschätzung des *Bundesfinanzministeriums* rund 260.000,- Euro in Ansatz gebracht werden.¹¹⁷⁴

Einrichtung eines Registers

Für die Erfassung der einzubeziehenden Feuerungsanlagen und der Mengen an Brennstoffen, die in den Anlagen verbraucht werden, ist die Einrichtung eines Registers erforderlich. Auf Basis der entsprechenden Angaben können die Treibhausgasemissionsmengen automatisch berechnet und die Betreiber der Anlagen zur Vorlage der entsprechenden Anzahl an Emissionsberechtigungen aufgefordert werden. Wenn unmittelbar nach Eingabe der Daten zu Verbrauchsmengen die Information zu der Anzahl vorzulegender Emissionsberechtigungen erfolgt, kann das Register insofern auch als Informationssystem Verwendung finden. Die Kosten für die Einrichtung eines Registers können, unabhängig von der konkreten Ausgestaltung des Handelssystems – auf

¹¹⁷⁴ Vgl. Betz, R. A. (2003): S. 215.

Basis von Informationen der *EU-Kommission* und der nationalen Umweltbehörde der *USA (EPA)* – mit rund 1 Mio. Euro angegeben werden.¹¹⁷⁵

Betriebskosten der Infrastruktur der Verwaltung

Die Verwaltungskosten für den Betrieb eines Registers für ein Emissionshandelssystem werden als unabhängig von der Menge der verwalteten Daten, d. h. unabhängig von der Anzahl registrierter Personen, die Emissionsberechtigungen vorzulegen haben, angesehen und von der US-amerikanischen Umweltbehörde *EPA* mit rund 130.000,- Euro im Jahr angegeben.¹¹⁷⁶ Für die Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Handelssystems können gemäß Angaben des *Bundesumweltministeriums* Kosten in einer Höhe von rund 100.000,- Euro angesetzt werden.¹¹⁷⁷

Zur Aufgabe der Umweltbehörde zählt es daneben auch, festzustellen, ob alle Personen, die zur Vorlage von Emissionsberechtigungen verpflichtet worden sind, der Vorlagepflicht nachgekommen sind. Die Kosten für die Aufdeckung nicht regulierungskonformen Verhaltens dürften im Rahmen des hier vorgeschlagenen Systems vernachlässigbar gering ausfallen. Schließlich ist der Nachweis fehlender Emissionsberechtigungen einfach zu führen und würde vollelektronisch ablaufen. Denn die Informationen zu Brennstoffverbrauchsmengen sowie zur Anzahl abzuliefernder und tatsächlich übertragener Emissionsberechtigungen laufen im Feuerungsanlagenregister zusammen. Mithilfe eines automatischen Vergleichs der Informationen kann die Erfüllung der Vorlagepflichten bzw. deren Nicht-Erfüllung festgestellt werden. Die Höhe der Sanktionen und die hohe Entdeckungswahrscheinlichkeit, sollte ein zum Handel verpflichteter Betreiber einer Feuerungsanlage nicht die entsprechenden Emissionsberechtigungen zum Stichtag vorlegen, führen dazu, dass ein hoher Anreiz zur Regeleinhaltung besteht. D. h., auch die Anzahl potenzieller Regelverstöße dürfte sehr gering ausfallen.¹¹⁷⁸

Kosten der Erstallokation

Auf Basis der Einrichtungskosten, die im Zuge der Einführung des *Europäischen Emissionshandelssystems* in *Deutschland* angefallen sind, können die Kosten zur Vorbereitung, Überwachung und Durchführung der Auktionen – in Form der vorgestellten japanischen Mehrgüterauktion – und für die Erstellung und Verwaltung der ausgegebenen Emissionsberechtigungen in einer Höhe von bis zu 6,8 Mio. Euro jährlich angesetzt werden.¹¹⁷⁹ Die Kosten für die Durchführung von Auktionen werden als Fixkosten und damit unabhängig von der Anzahl der in den Markt zu

¹¹⁷⁵ Vgl. *Betz, R. A. (2003)*: S. 216.

¹¹⁷⁶ Vgl. *Betz, R. A. (2003)*: S. 216.

¹¹⁷⁷ Vgl. *Betz, R. A. (2003)*: S. 216.

¹¹⁷⁸ Vgl. *Betz, R. A. (2003)*: S. 216.

¹¹⁷⁹ Für die Angabe zur Höhe der Verwaltungskosten eines Emissionshandelssystems, in dem die Emissionsberechtigungen über eine Auktion in den Markt gebracht werden, vgl. *Erwingmann, D. et al. (2005)*: S. 143. Für eine kurze Beschreibung des entsprechenden Auktionsverfahrens siehe Kap. 5.3.1.3.

gebenden Emissionsberechtigungen betrachtet.¹¹⁸⁰ Die hauptsächlich als Personalkosten angesetzten Kosten werden als fix angesehen, unabhängig von der Art des Handelssystems, aber abhängig von der Art des Erstallokationsverfahrens.

Verwaltungskosten der Anlagenregistrierung

Auf Basis der Informationen zu Grundbucheinträgen erfolgen Aufforderungen an Grundstückseigner zur Registrierung der betriebenen Feuerungsanlagen. Während die Daten der elektronisch geführten Grundbücher auf elektronischem Weg an das einzurichtende Feuerungsanlagenregister übermittelt werden können, sind die potenziell zur Vorlage von Emissionsberechtigungen Verpflichteten postalisch zu informieren. Würde das Feuerungsanlagenregister als Online-System aufgebaut, so dass die Personen, die unter die Emissionshandelsregulierung fallen, ihre Daten selbst eingeben können, wären entsprechende elektronische Zugangsdaten zu versenden. Insgesamt wird für den Austausch der entsprechenden Informationen ein Betrag von 5 Euro je Feuerungsanlage angesetzt. Bei insgesamt 24 Mio. potenziell einzubeziehender Feuerungsanlagen ergeben sich Kosten in Höhe von 120 Mio. Euro.

Kosten des Registrierungsvorgangs

Insgesamt sind in *Deutschland* rund 24 Mio. Feuerungsanlagen installiert, die im Feuerungsanlagenregister registriert werden müssten.¹¹⁸¹ Die Übermittlung der Angaben zu Anlagenspezifika der eingesetzten Anlagen kann durch Eingabe der entsprechenden Informationen über das Online-Portal des Feuerungsanlagenregisters erfolgen. Für die Online-Dateneingabe in das Feuerungsanlagenregister wird ein Zeitraum von 5 Min. angesetzt.¹¹⁸² Bewertet wird dieser Zeitansatz mit den durchschnittlichen Zeitopportunitätskosten, die hier – entsprechend der Höhe der durchschnittlichen Arbeitskosten in *Deutschland* im Jahr 2012 im produzierenden Gewerbe und dem Dienstleistungsbereich – mit 30,70 Euro pro Stunde angesetzt werden.¹¹⁸³ Die Kosten der Informationsübermittlung betragen damit je Anlage 2,56 Euro. Die Gesamtkosten belaufen sich bei 24 Mio. Anlagen somit auf 61,44 Mio. Euro.

Verifizierung der Registrierungsdaten

Zum Zwecke der Verifizierung der Verbrauchsmengenangaben wäre es nicht erforderlich, dass ein unabhängiger Sachverständiger vor Ort überprüft, ob die Anlagenspezifika korrekt in das Register eingetragen worden sind. Stattdessen könnten die Informationen aus den Kehrbüchern der Bezirksschornsteinfegermeister in das Feuerungsanlagenregister übernommen werden.

¹¹⁸⁰ Vgl. Betz, R. A. (2003): S. 216.

¹¹⁸¹ Für die Ermittlung der Anzahl an Feuerungsanlagen, die in ein Emissionshandelssystem einbezogen werden könnten, siehe Kap. 5.2.3.

¹¹⁸² Als Alternative könnten die Angabe zu verbrauchten Brennstoffmengen über eine vollelektronische Telefonanlage übermittelt werden.

¹¹⁸³ Vgl. Statistisches Bundesamt (2012).

Wird angenommen, dass die jeweils zuständigen Schornsteinfeger die entsprechenden Informationen an das Feuerungsanlagenregister übermitteln und dies ebenfalls auf dem Wege der Nutzung des Online-Portals des Anlagenregisters geschieht, können die anfallenden Transaktionskosten auf Basis der anteilig anfallenden Arbeitskosten bestimmt werden.

Es wird wiederum angenommen, dass der Zeitraum der Dateneingabe pro Feuerungsanlage rund 5 Min. umfasst. Auf Basis der Arbeitskosten, die dem Zeitraum der Dateneingabe zuzurechnen wären, können die Transaktionskosten der Verifizierung ermittelt werden. Als Grundlage für die Berechnung, wird die Höhe der Arbeitskosten (Lohn- und Gehaltszahlung inkl. Lohnnebenkosten) je im Jahr 2012 in *Deutschland* geleisteter Stunde im Bereich freiberuflicher, wissenschaftlicher und technischer Dienstleistungen gewählt. Bei durchschnittlichen Arbeitskosten pro Stunde von 37,20 Euro in diesen Bereichen betragen die Kosten je Anlage und Verifizierungsvorgang rund 3,10 Euro.¹¹⁸⁴ Würde der Vorgang für jede Anlage separat durchgeführt, könnten sich die jährlichen Kosten der Verifizierung bei 24 Mio. Anlagen auf insgesamt 74,4 Mio. Euro belaufen.

Kosten des Handels, der Verwahrung und des Übertrags von Emissionsberechtigungen

Handelskosten je Transaktion

Die Kosten für Wertpapiertransaktionen können auf Basis einer Untersuchung der *Stiftung Warentest* zur Höhe von Wertpapiertransaktionskosten bei deutschen Finanzdienstleistungsinstituten im Jahr 2013 abgeschätzt werden. Die durchschnittlichen Handelskosten je Transaktion betragen derzeit rund 12,37 Euro.¹¹⁸⁵ Legt man für die Berechnung der jährlichen Handelskosten zugrunde, dass die Betreiber von Feuerungsanlagen jeweils eine Markttransaktion im Jahr für jede Feuerungsanlage durchführen, können direkte Kosten des Wertpapierhandels in Höhe von rund 12,37 Euro pro Jahr und Feuerungsanlage erwartet werden. Die Gesamtkosten für Handelstransaktionen könnten bei insgesamt 24 Mio. Transaktionen dann 296,88 Mio. Euro pro Jahr betragen.¹¹⁸⁶

¹¹⁸⁴ Vgl. *Statistisches Bundesamt (2012)*.

¹¹⁸⁵ Vgl. o. V. (2013): S. 31. Berücksichtigt wurden für diese Arbeit die Informationen zu bundesweit geltenden Angeboten der getesteten Finanzinstitute in Bezug auf die Höhe der Kosten von Wertpapierorders bis zu einem Kurswert von 2.500 Euro.

¹¹⁸⁶ In vielen Fällen, in denen Feuerungsanlagen in Ein- und Zweifamilienhäusern betrieben werden, übernehmen Hausverwaltungsgesellschaften die Transaktionen rund um den Betrieb von Heizungsanlagen. Es ist gut vorstellbar, dass jene Gesellschaften auch die Transaktionen rund um Kauf, Verwahrung, Verkauf und Übertragung von Emissionsberechtigungen an die Umweltbehörde abwickeln würden. Dies könnte zu insgesamt geringeren Transaktionskosten als angegeben führen, wenn Emissionsberechtigungen für eine Vielzahl verwalteter Feuerungsanlagen gemeinsam auf dem Markt erworben werden. Tendenziell steigen könnten die Kosten, wenn häufiger als einmal jährlich Transaktionen vorgenommen würden.

Depotverwaltungskosten

Für die Verwahrung von Wertpapieren in Wertpapierdepots hat der Deponent üblicherweise einen Preis zu zahlen. Die durchschnittliche Höhe der Depotverwaltungskosten in *Deutschland* wird von der *Stiftung Warentest* im Jahr 2013 mit rund 13,74 Euro p. a. angegeben.¹¹⁸⁷ Für die vorliegende Kostenabschätzung wird unterstellt, dass die Betreiber von Feuerungsanlagen – die in den allermeisten Fällen zugleich die Eigentümer der Immobilien sind, in denen die entsprechenden Anlagen betrieben werden – zum Großteil neben Immobilienvermögen auch über Vermögenswerte in Form von Wertpapieren verfügen. Da es nach Angaben der *Deutschen Bundesbank* derzeit rund 25 Mio. Wertpapierdepots in *Deutschland* gibt, wird es in vielen Fällen nicht notwendig sein, allein zur Erfüllung der Pflicht zur Vorlage von Emissionsberechtigungen ein Depot zu eröffnen.¹¹⁸⁸ Die entsprechenden Depotgebühren stellen nur in jenen Fällen Transaktionskosten des Handelssystems dar, in denen bislang noch kein Depot bestand. Es wird geschätzt, dass rund 80 % der Fälle die Eigentümer von Immobilien resp. Betreiber von Feuerungsanlagen auch über ein Wertpapierdepot verfügen. In den verbleibenden 20 % der Fälle müsste annahmegemäß eigens für das Handelssystem ein Depot eröffnet werden. Unter der Annahme, dass je ein Depot pro betriebener Feuerungsanlage eröffnet würde, fielen in 4,8 Mio. Fällen jährliche Depotverwaltungsgebühren an, die ausschließlich auf die Einführung des Handelssystems zurückzuführen wären. Vor diesem Hintergrund betrügen die jährlichen Depotverwaltungskosten insgesamt 65,95 Mio. Euro.¹¹⁸⁹

Übertragung der Emissionsberechtigungen an die zuständige Umweltbehörde

Im Rahmen der Emissionshandelsregulierung gehört es zu den Pflichten der Betreiber von Feuerungsanlagen diejenige Anzahl an Emissionsberechtigungen an die Umweltbehörde zu übertragen, mit der die Gesamtmenge an emittierten Treibhausgasen abgedeckt wird. Bei dem Übertrag von Emissionshandelsberechtigungen an die Umweltbehörde handelt es sich um einen sog. Depotübertrag. Gemäß geltender Rechtsprechung ist es Finanzinstituten nicht gestattet, eigene

¹¹⁸⁷ Vgl. o. V. (2013): S. 31. Aus Gründen der Vereinfachung, wird für die hier vorgenommene Berechnung unterstellt, dass neben den Emissionsberechtigungen für das Emissionshandelssystem des Gebäudesektors keine weiteren Wertpapiere im Wertpapierdepot verwahrt werden. Eine Schlüsselung der Depotverwaltungskosten auf verschiedenartige Wertpapiere unterbleibt daher.

¹¹⁸⁸ Die *Deutsche Bundesbank* gibt die Anzahl an Wertpapierdepots mit 24.767 an. Vgl. *Deutsche Bundesbank* (2013): S. 68.

¹¹⁸⁹ Dabei gilt es, sich zu vergegenwärtigen, dass viele Finanzinstitute eine kostenlose Online-Depotführung anbieten. Kosten sind mit der Depotführung daher nicht zwangsläufig verbunden. Die entsprechenden Transaktionskosten ließen sich daher reduzieren, würden vermehrt solche kostenlosen Depotkonten nachgefragt. Wie bereits bei Ermittlung der Ordergebühren erwähnt, ist zudem gut vorstellbar, dass statt einzelnen Haushalten Hausverwaltungsgesellschaften Transaktionen rund um Kauf, Verwahrung, Verkauf und Übertragung von Emissionsberechtigungen an die Umweltbehörde abwickeln würden. Schließlich nehmen solche Gesellschaften bereits heute üblicherweise sämtliche Aufgaben wahr, die mit dem Betrieb einer von mehreren Eigentümern gemeinsam genutzten Feuerungsanlage verbunden sind. Nicht jeder Eigentümer einer Feuerungsanlage wird also ein eigenes Depot für Emissionsberechtigungen benötigen.

Gebühren für einen solchen Übertrag von Wertpapieren aus einem Depot in ein anderes Depot zu erheben.¹¹⁹⁰ Es ist davon auszugehen, dass die in diesem Zusammenhang anfallenden Kosten über die Gebühren für Wertpapierorders und für die Depotverwaltung abgedeckt sind. Kosten für die jährlich 24 Mio. Depotüberträge, um die Emissionsberechtigungen an die Umweltbehörde abzuführen, werden daher an dieser Stelle nicht berücksichtigt.

Kosten, um sich über Optionen der Minderung von Brennstoffverbräuchen und CO₂-Emissionen zu informieren und diese zu bewerten, werden hier nicht in Ansatz gebracht. Da sich Hauseigentümer bereits unter der herrschenden Auflagenregulierung mit entsprechenden Vermeidungsoptionen und -techniken auseinander setzen müssen, entstehen keine zusätzlichen Kosten durch das Handelssystem.

Kosten des Monitoring-Systems

Erfassung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den rund 2 Mio. Feuerungsanlagen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

In den rund 2 Mio. Feuerungsanlagen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen werden Daten zu Energieverbräuchen bereits heute aus betriebswirtschaftlichen sowie handels- und steuerrechtlichen Gründen auf eine für Dritte nachvollziehbare Weise erhoben. Für die Erfassung der Energieverbräuche ist daher kein neues Monitoring-System einzuführen. Stattdessen kann auf das betriebliche Rechnungswesen zur Erfassung der Verbrauchsmengen an Brennstoffen zurückgegriffen werden.

Übermittlung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den 2 Mio. Feuerungsanlagen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Die Übermittlung der Angaben zu Verbrauchsmengen geschieht über das Online-Portal des Feuerungsanlagenregisters. Hier sind die Angaben zu Verbrauchsmengen je registrierter Anlage einzutragen. Es wird unterstellt, dass in jedem Fall eine nutzbare Internetverbindung besteht. Bei Vernachlässigung von Sachkosten entsprechen die Kosten der Datenübermittlung den Arbeitskosten, die dem Zeitraum der Dateneingabe zuzurechnen sind. Wird angenommen, dass der Zeitraum der Dateneingabe pro Feuerungsanlage rund 5 Min. umfasst, und dass Arbeitskosten je Stunde in Höhe von 30,70 Euro anfallen, liegen die entsprechenden Kosten bei 2,56 Euro je Übermittlungsvorgang.¹¹⁹¹ Bei 2 Mio. Anlagen betragen die Kosten der Datenübermittlung insgesamt 5,12 Mio. Euro. Statt jede Eintragung manuell vorzunehmen, böte sich auch die Übermittlung eines entsprechenden Datensatzes an. Der Zeitraum der Datenübermittlung dürfte dann insbesondere für Unternehmen erheblich verkürzt werden, die mehrere Anlagen betreiben. Soll-

¹¹⁹⁰ Vgl. *Bundesgerichtshof (2004)*.

¹¹⁹¹ Wie weiter oben wird auch hier die Höhe der Arbeitskosten (Lohn- und Gehaltszahlung inkl. Lohnnebenkosten) je geleisteter Stunde in *Deutschland* im Jahr 2012 im produzierenden Gewerbe und dem Dienstleistungsbereich zugrundegelegt. Vgl. *Statistisches Bundesamt (2012)*.

te es hingegen Unternehmen geben, die nicht über einen eigenen Internetzugang verfügen, würde sich der Zeitraum, der Dateneingabe vergrößern, wenn erst ein entsprechender Dienstleister in Anspruch genommen werden müsste.

Verifizierung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den 2 Mio. Feuerungsanlagen im Subsektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Die Kosten für verbrauchte Mengen Brennstoffe sind umsatz-, gewinn und steuerrelevant. Vereidigte Buchprüfer, Steuerberater oder Wirtschaftsprüfer überprüfen daher aus handels- und steuerrechtlichen Gründen ohnehin die Plausibilität der gemachten Angaben zu Kosten von Brennstoffverbräuchen im Rahmen ihrer allgemeinen Buchführungs- und Bilanzprüfungsaufgaben. Zusätzliche Kosten der Verifizierung werden daher nicht in Ansatz gebracht.

Übermittlung der verifizierten Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den 2 Mio. Feuerungsanlagen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Jene Berufsgruppen, die Buchführungs- und Bilanzprüfungsaufgaben übernehmen, also vereidigte Buchprüfer, Steuerberater oder Wirtschaftsprüfer bzw. deren Mitarbeiter, könnten die für das Handelssystem zuständige Behörde über nachgeprüfte Verbrauchsmengen von Brennstoffen informieren. Die Übermittlung der verifizierten Angaben zu Verbrauchsmengen je registrierter Anlage könnte ebenfalls über das Online-Portal des Feuerungsanlagenregisters erfolgen. Es wird wiederum angenommen, dass der Zeitraum der Dateneingabe pro Feuerungsanlage rund 5 Min. umfasst. Auf Basis der Arbeitskosten, die dem Zeitraum der Dateneingabe zuzurechnen wären, können die Transaktionskosten der Verifizierung ermittelt werden. Bei durchschnittlichen Arbeitskosten pro Stunde von 37,20 Euro betragen die Kosten je Anlage und Verifizierungsvorgang rund 3,10 Euro. Würde der Vorgang für jede Anlage separat durchgeführt, könnten sich die jährlichen Kosten der Verifizierung bei 2 Mio. Anlagen auf insgesamt 6,2 Mio. Euro belaufen.

Erfassung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen von Feuerungsanlagen, die unter den Geltungsbereich der Heizkostenverordnung fallen

Die bereits vorhandenen Informationen zu Brennstoffverbräuchen von Haushalten, die aufgrund von herrschenden Berichtspflichten auf eine für Dritte nachprüfbare Weise erfasst werden müssen, sind auch für das Emissionshandelssystem nutzbar. Von herausgehobener Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die *Heizkostenverordnung*, die den Betreibern von Feuerungsanlagen eine umfassende Pflicht zur Ermittlung von Brennstoffverbräuchen auferlegt. Dies betrifft die Feuerungsanlagen von insgesamt 15,8 Mio. Wohneinheiten in *Deutschland*. Das bedeutet, es sind insgesamt 15,8 Mio. nachvollziehbare Verbrauchsberechnungen von Energiemengen vorzunehmen. In diesen Fällen führt die Einführung eines Emissionshandelssystems im Gebäudesektor

nicht zu zusätzlichen Kosten, die aufgrund der Erfassung von Brennstoffverbräuchen für Ermittlung von Emissionsaktivitäten entstehen. Die Verbrauchsangaben liegen bereits vor.¹¹⁹²

Erfassung der Angaben zur Fernwärmebereitstellung und zu verbrauchten Brennstoffmengen von Feuerungsanlagen, die nicht unter den Geltungsbereich der Heizkostenverordnung fallen, die aber leitungsgebunden mit Gas oder Strom versorgt werden

Für das Handelssystem nutzbar sind auch all jene Informationen zu verbrauchten Brennstoffmengen der leitungsgebundenen Versorgung. Für 15,2 Mio. Wohneinheiten, deren Brennstoffverbräuche nicht aufgrund der *Heizkostenverordnung* erfasst werden, nimmt der jeweilige Energielieferant eine Ermittlung der Verbrauchsmengen an Brennstoffen je Endkunde vor. Auch in diesen Fällen liegen glaubwürdige Informationen zur Höhe der verbrauchten Brennstoffmengen vor, und es entstehen keine zusätzlichen Kosten der Erfassung von Brennstoffverbräuchen.¹¹⁹³

Erfassung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in rund 7 Mio. Ölfeuerungsanlagen, die nicht unter den Geltungsbereich der Heizkostenverordnung fallen und die nicht leitungsgebunden versorgt werden

In *Deutschland* sind rund 7 Mio. Ölfeuerungsanlagen im Einsatz, deren Betrieb nicht unter den Geltungsbereich der *Heizkostenverordnung* fällt. Zum Zweck der Erfassung von verbrauchten Brennstoffmengen kann mit dem Einbau von Ölzählern sichergestellt werden, dass der Verbrauch zuverlässig und auf eine für Dritte nachvollziehbare Weise erfolgt. Derzeit sind zwei Typen von Ölzählern auf dem Markt erhältlich, mit denen die verbrauchten Mengen an Öl gemessen werden können, die einem Heizkessel vom Ölspeicher zugeführt werden. Es gibt nicht geeichte Zähler und geeichte Zähler mit entsprechendem Prüfsiegel. Letztere werden heute vor allem in Ölkesseln der Industrie eingesetzt. Im Rahmen der Energiesteuererhebung (Ökosteuer) wird die Verwendung geeichter Zähler derzeit in der Industrie verlangt. Um die zutreffende Ermittlung von Verbrauchsmengen sicherzustellen, wird auch für das Emissionshandelssystem im Gebäudesektor die Verwendung von geeichten Ölzählern für zweckmäßig erachtet. Die Anschaffungskosten geeichter Zähler mit Prüfsiegel bewegen sich inklusive Einbau zwischen 350 und 400 Euro (nicht geeichte Geräte sind etwa 100 Euro preiswerter). Die durchschnittliche Nutzungsdauer der Zähler bewegt sich mit rund 20 Jahren in einem ähnlichen Zeitraum wie die Lebensdauer der Heizungsanlage. Verteilt man die durchschnittlichen Anschaffungskosten geeichter Ölzähler in Höhe von 375 Euro über ihren Nutzungszeitraum von 20 Jahren ergeben sich durchschnittliche Kosten von 18,75 Euro, die jedem Nutzungsjahr zugerechnet werden können. Derzeit werden Ölzähler nicht standardmäßig bei ölbetriebenen Kleinfeuerungsanlagen verbaut.¹¹⁹⁴ Eine Nachrüstung mit Ölzählern betreffe somit alle 7 Mio. ölbetriebenen Kleinfeue-

¹¹⁹² Siehe hierzu Kap. 5.3.3.2.

¹¹⁹³ Vgl. Kap. 5.3.3.2.

¹¹⁹⁴ Die Abschätzung erfolgt auf Basis von Informationen, die im Jahr 2013 in Interviews mit *Thorsten Zimmermann*, Segmentmanager „Commercial und Deutschland“ des Heizungsanlagenherstellers *Elco*

rungsanlagen im Gebäudesektor, die nicht unter die Berichtspflicht der *Heizkostenverordnung* fallen. Die jährlichen Gesamtkosten belaufen sich auf rund 131,25 Mio. Euro.

Erfassung der Angaben verbrauchten Brennstoffmengen in rund 1,9 Mio. mit Kohle betriebenen Festbrennstoffanlagen

In *Deutschland* sind rund 1,9 Mio. mit Kohle betriebene Festbrennstoffanlagen installiert.¹¹⁹⁵ Da der Verbrauch von Kohle mit messtechnischen Instrumenten nicht ermittelt werden kann, ist lediglich die Auferlegung einer Berichtspflicht möglich, die ähnlich der nach der *Heizkostenverordnung* zulässigen Brennstoffkostenermittlung erfolgen kann. Die verbrauchten Brennstoffmengen können auf der Basis von Lieferscheinen, Brennstoffrechnungen und der Veränderung von Lagerbeständen ermittelt werden. Für die Sammlung von Rechnungen und deren Aufbewahrung werden je Anlage und Jahr rund 10 Min. angesetzt. Die Kosten der Erfassung betragen bei 30,70 Euro Arbeitskosten pro Stunde je Anlage 5,12 Euro.¹¹⁹⁶ Die Gesamtkosten belaufen sich bei 1,9 Mio. Anlagen auf 9,73 Mio. Euro.

Übermittlung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den 22 Mio. Feuerungsanlagen im Subsektor Haushalte

Insgesamt sind in den 39,6 Mio. Wohneinheiten in *Deutschland* rund 22 Mio. Feuerungsanlagen installiert, deren Brennstoffverbräuche jährlich ermittelt werden müssten, um die Anzahl an Emissionsberechtigungen festlegen zu können, die dann von den Betreibern der Feuerungsanlagen der Umweltbehörde vorzulegen wären.¹¹⁹⁷ Die Übermittlung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den 22 Mio. Feuerungsanlagen des Haushaltssektors erfolgt unabhängig davon, auf welche Weise die Brennstoffverbräuche ermittelt und welche fossilen Brennstoffe eingesetzt worden sind. Die Informationsübermittlung wäre daher in jedem Fall erforderlich. Für die Online-Dateneingabe in das Feuerungsanlagenregister wird ein Zeitraum von 5 Min. angesetzt.¹¹⁹⁸ Die Kosten der Informationsübermittlung betragen bei einem Stundensatz von 30,70 Euro je Anlage jeweils 2,56 Euro.¹¹⁹⁹ Die Gesamtkosten belaufen sich bei 22 Mio. Anlagen auf 56,32 Mio. Euro.

gewonnen worden sind. Den Interviewees ging eine mündliche Marktrecherche des Interviewpartners bei diversen Heizungsbauern voraus.

¹¹⁹⁵ Vgl. Kap. 5.3.3.2.

¹¹⁹⁶ Als Grundlage wird auch hier die Höhe der Arbeitskosten (Lohn- und Gehaltszahlung inkl. Lohnnebenkosten) je geleisteter Stunde in *Deutschland* im Jahr 2012 im produzierenden Gewerbe und dem Dienstleistungsbereich gewählt. Vgl. *Statistisches Bundesamt (2012)*.

¹¹⁹⁷ Für die Ermittlung der Anzahl an Feuerungsanlagen, die in ein Emissionshandelssystem einbezogen werden könnten, siehe Kap. 5.2.3.

¹¹⁹⁸ Als Alternative könnten die Angabe zu verbrauchten Brennstoffmengen über eine vollelektronische Telefonanlage übermittelt werden.

¹¹⁹⁹ Auch an dieser Stelle wird die Höhe der Arbeitskosten (Lohn- und Gehaltszahlung inkl. Lohnnebenkosten) je geleisteter Stunde in *Deutschland* im Jahr 2012 im produzierenden Gewerbe und dem Dienstleistungsbereich zugrundegelegt. Vgl. *Statistisches Bundesamt (2012)*.

Verifizierung der erfassten Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen von Feuerungsanlagen, die unter den Geltungsbereich der Heizkostenverordnung fallen

Eine für Dritte nachvollziehbare und unabhängige Erfassung von Energieverbräuchen findet bereits im Rahmen der Erfüllung der Pflichten aus der *Heizkostenverordnung* statt. Zusätzliche Kosten des Emissionshandelssystems für die Verifizierung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen entstehen den entsprechenden Anlagenbetreibern somit nicht.

Verifizierung der erfassten Angaben zur Fernwärmebereitstellung und zu verbrauchten Brennstoffmengen von Feuerungsanlagen, die nicht unter den Geltungsbereich der Heizkostenverordnung fallen, die aber leitungsgebunden mit Gas oder Strom versorgt werden

Die Erfassung von Energieverbräuchen nimmt der Energie- bzw. Brennstofflieferant aus eigenem betriebswirtschaftlichem Interesse vor. Für die zuverlässige und für Dritte nachvollziehbare Ermittlung von Energie- und Brennstoffverbräuchen sind entsprechende Messgeräte installiert. Zusätzliche Kosten des Emissionshandelssystems für die Verifizierung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen entstehen den entsprechenden Anlagenbetreibern auch an dieser Stelle nicht.

Verifizierung der erfassten Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in rund 7 Mio. Ölfeuerungsanlagen, die nicht unter den Geltungsbereich der Heizkostenverordnung fallen und die nicht leitungsgebunden versorgt werden

Es wird vorausgesetzt, dass auf die separate Ablesung des Zählerstands durch spezielle Gutachter, die ausschließlich zum Zweck der Verifizierung der Verbrauchsmengenangaben für das Emissionshandelssystem eingesetzt werden, verzichtet wird. Unter dieser Bedingung bedeutet „Verifizierung“, dass der Ölzählerstand einer betriebenen Ölfeuerungsanlage von einem dazu berechtigten und sachverständigen Dritten zu einem bestimmten Zeitpunkt dokumentiert wird. Für die Durchführung dieser Verifizierung böten sich die Angehörigen des Schornsteinfegerhandwerks, der „Ablesedienst“-Branche aber auch Mitarbeiter von Unternehmen, die sich auf die Wartung von Heizungsanlagen spezialisiert haben, an. Die entsprechenden Personen wären sachverständig und fänden sich ohnehin in Erledigung ihrer üblichen Berufspflichten am Betriebsort der Anlagen ein. Das Ablesen eines Messinstrumentes würde in diesem Rahmen jeweils nur geringen zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeuten. Würde die Verifizierung durch einen Schornsteinfeger vorgenommen, bräuchten die Formblätter zum Nachweis der Durchführung von Schornsteinfegerarbeiten lediglich um den Punkt „Ölzählerstand“ ergänzt werden. Auf Basis der *Kehr- und Überprüfungsordnung* für Schornsteinfegerarbeiten lassen sich mögliche Kosten der Verifizierung abschätzen. So können für Überprüfungen für sonstige „anlassbezogene Prüfungen“ je Minute rund 1 Euro in Rechnung gestellt werden.¹²⁰⁰ Werden für die Ablesung und Eintragung 5 Minuten angesetzt, ergeben sich Transaktionskosten der Verifizierung von 5 Euro

¹²⁰⁰ Vgl. *Kehr- und Überprüfungsordnung* (2009): S. 12.

je Feuerungsanlage. Bei insgesamt 7 Mio. Feuerungsanlagen und der Annahme, dass die Angehörigen der anderen erwähnten Berufsgruppen Kosten in gleicher Höhe ansetzen, ergeben sich Gesamtkosten der Verifizierung des Verbrauchs von Ölfeuerungsanlagen in Höhe von 35 Mio. Euro jährlich.

Übermittlung der verifizierten Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in 20,1 Mio. Feuerungsanlagen des Haushaltssektors (exklusive der mit Kohle betriebenen Festbrennstoffanlagen)

Die Übermittlung der verifizierten Angaben zu Verbrauchsmengen im Haushaltssektor je registrierter Anlage, die nicht mit Festbrennstoffen betrieben wird, könnte wie im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ebenfalls über das Online-Portal des Feuerungsanlagenregisters erfolgen. Jene Personen, welche die Verifizierung der Verbrauchsmengen vorgenommen haben, d. h. die Angehörigen des Schornsteinfegerhandwerks, der Unternehmen, die Ablesedienste anbieten oder die Mitarbeiter von Unternehmen, die sich auf die Wartung von Heizungsanlagen spezialisiert haben, würden die Dateneingabe vornehmen. Es wird auch hier angenommen, dass der Zeitraum der Dateneingabe pro Feuerungsanlage rund 5 Min. umfasst, und dass für die Verifizierung Arbeitskosten pro Stunde in Höhe von 37,20 anzusetzen sind. Damit betragen die Kosten je Anlage und Verifizierungsvorgang rund 3,10 Euro.¹²⁰¹ Würde der Vorgang für jede Anlage separat durchgeführt, könnten sich die jährlichen Kosten der Verifizierung bei 20,1 Mio. Anlagen auf insgesamt rund 68,2 Mio. Euro belaufen.

Verifizierung und Übermittlung der erfassten Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in rund 1,9 Mio. mit Kohle betriebenen Festbrennstoffanlagen

Da die Verbrauchsmengen von Kohle in Festbrennstoffanlagen buchhalterisch und nicht messtechnisch ermittelt werden, kann auch die Kontrolle durch unabhängige Dritte nicht über messtechnische Geräte erfolgen. Würde, wie vorgeschlagen, ein kartenbasiertes Informationssystem eingerichtet, entstünden Kosten der Ausgabe und Verwaltung der entsprechenden „Feuerungsanlagenkarten“ und der Ausstattung von Geschäftsräumen von Kohlehändlern mit entsprechenden Kartenlesegeräten, mit denen Kohlehändler die Informationen über gekaufte Brennstoffmengen an die Umweltbehörde übermitteln können. Für die Ausgabe und Verwaltung der entsprechenden „Feuerungsanlagenkarten“ könnten, ähnlich der Jahresgebühren für Girokarten oder Kreditkarten ohne Versicherungsleistungen, jährliche Kosten in Höhe von 10 - 20 Euro, d. h. im Durchschnitt 15,- Euro angesetzt werden. Bei insgesamt 1,9 Mio. Anlagen würden 1,9 Mio. Karten zu je 15,- Euro jährlich Transaktionskosten von insgesamt rund 28,5 Mio. Euro im Jahr verursachen. Die Kosten für den Einsatz der Kartenlesegeräte zur Erfassung verbrauchter Brennstoffmengen könnten in einer ähnlichen Größenordnung liegen, wie sie im Rahmen des

¹²⁰¹ Angesetzt wird die Höhe der Arbeitskosten (Lohn- und Gehaltszahlung inkl. Lohnnebenkosten) je im Jahr 2012 in Deutschland geleisteter Stunde im Bereich freiberuflicher, wissenschaftlicher und technischer Dienstleistungen. Vgl. *Statistisches Bundesamt (2012)*.

bargeldlosen Zahlungsverkehrs mit Giro- oder Kreditkarten anfallen. So fallen beim Einsatz von Kreditkarten Gebühren von bis zu 4 % des getätigten Umsatzes an. Auf Basis des Gesamtumsatzes von Braunkohlebriketts in *Deutschland* können die möglichen Transaktionskosten abgeschätzt werden. So wurden bspw. im Jahr 2011 insgesamt 964.130 Tonnen Braunkohlebriketts zum Betrieb von Kleinf Feuerungsanlagen eingesetzt.¹²⁰² Der Preis pro Tonne Braunkohlebriketts betrug im Januar des Jahres 2013 etwa 290 Euro.¹²⁰³ Unterstellt man einen Braunkohleumsatz im Jahr 2013, der dem des Jahres 2011 entspricht und setzt den Preis pro Tonne von 290 Euro an, betrüge der Jahresumsatz an Braunkohlebriketts im Jahr 2013 rund 279,60 Mio. Euro. Würden jeweils pro Transaktion 4 % des Umsatzes an Gebühren fällig und entspräche der Gesamtumsatz an Braunkohlebriketts dem Gesamtumsatz an Kohlen für Privathaushalte, könnten die Kosten des Einsatzes von Feuerungsanlagenkarten insgesamt rund 11,18 Mio. Euro betragen.¹²⁰⁴

¹²⁰² Vgl. *Gesamtverband des deutschen Brennstoff- und Mineralölhandels (2013a)*.

¹²⁰³ Vgl. *Gesamtverband des deutschen Brennstoff- und Mineralölhandels (2013b)*.

¹²⁰⁴ Nach Angaben des *Statistischen Bundesamtes* spielt Steinkohle für private Verbraucher nur eine untergeordnete Rolle. Entsprechende Daten werden nicht angegeben. Vgl. *Statistisches Bundesamt (2013)*: S. 7.

Tabelle 5b: Transaktionskosten eines Emissionshandelssystems im Gebäudesektor

Transaktionskosten eines Emissionshandelssystems im Gebäudesektor						
Nr.	EHS-Element	Kostenverursachendes Ereignis	Kostentreiber/-art	Anzahl Kostentreiber	Kosten je Ereignis/Kostentreiber in Euro	Gesamtkosten in Mio. Euro p.a.
	Verwaltungskosten der Implementierung und der Aufrechterhaltung des Handelssystems					
1	Rechtliches Rahmenwerk	Erstellung des rechtlichen Rahmenwerks (einmalig)	Fixkosten, einmalige Pauschale	./.	260.000,00	0,26
2	Register für Feuerungsanlagen und Emissionsberechtigungen	Einrichtung eines elektronischen Registers für Feuerungsanlagen und Emissionshandelsberechtigungen (einmalig)	Fixkosten, einmalige Pauschale	./.	1.000.000,00	1,00
3	Infrastruktur der Verwaltung	Betriebskosten der Infrastruktur der Verwaltung, insbes. Betrieb eines elektronischen Registers für Feuerungsanlagen	Fixkosten, Jahrespauschale	./.	230.000,00	0,23
4	Erstallokation	Kosten der Vorbereitung, Überwachung und Durchführung von Auktionen sowie Erstellung und Verwaltung von Emissionsberechtigungen	Art des Erstallokationsverfahrens, Anzahl an Mitarbeitern der Umweltbehörde, Jahrespauschale	./.	6.800.000,00	6,80
5	Anlagenregistrierung	Verwaltungskosten der Anlagenregistrierung: Informationssammlung, Korrespondenz, Informationsschreiben, -kampagne (einmalig)	Anzahl an Feuerungsanlagen: Pauschale je Feuerungsanlage	24.000.000	5,00	120,00

Ein Cap and Trade-System für den Gebäudesektor

6	Anlagenregistrierung	Kosten des Registrierungsvorgangs für die Betreiber der einbezogenen Feuerungsanlagen (einmalig)	Anzahl an Feuerungsanlagen	24.000.000	2,56	61,44
7	Anlagenregistrierung	Verifizierung der Registrierungsdaten (einmalig)	Anzahl an Feuerungsanlagen	24.000.000	3,10	74,40
	Handelsplattform und -infrastruktur					
10	Kosten des Handels, der Verwahrung und des Übertrags von Emissionsberechtigungen	Handelskosten je Transaktion	Anzahl an Transaktionen	24.000.000	12,37	296,88
11		Depotverwaltungskosten	Anzahl an Depots	4.800.000	13,74	65,95
12		Übertragung der Emissionsberechtigungen an die zuständige Umweltbehörde	Anzahl an Transaktionen	24.000.000	0,00	0,00
	Monitoring-System					
13	Kosten der Erfassung und Verifizierung verbrauchter Brennstoffmengen im Subsektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	Erfassung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den Feuerungsanlagen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.	Anzahl an Feuerungsanlagen	2.000.000	0,00	0,00
14		Übermittlung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den Feuerungsanlagen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.	Anzahl an Übermittlungsvorgängen	2.000.000	2,56	5,12
15		Verifizierung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den Feuerungsanlagen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.	Anzahl an Feuerungsanlagen	2.000.000	0,00	0,00

Ein Cap and Trade-System für den Gebäudesektor

16		Übermittlung der verifizierten Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den Feuerungsanlagen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	Anzahl an Übermittlungsvorgängen	2.000.000	3,10	6,20
17	Kosten der Erfassung verbrauchter Brennstoffmengen im Subsektor Haushalte	Erfassung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen von Feuerungsanlagen, die unter den Geltungsbereich der <i>Heizkostenverordnung</i> fallen	Anzahl an Wohneinheiten	15.800.000	0,00	0,00
18		Erfassung der Angaben zur Fernwärmebereitstellung und zu verbrauchten Brennstoffmengen von Feuerungsanlagen, die nicht unter den Geltungsbereich der <i>Heizkostenverordnung</i> fallen, die aber leitungsgebunden mit Gas oder Strom versorgt werden	Anzahl an Wohneinheiten	15.200.000	0,00	0,00
19		Erfassung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in rund 7 Mio. Ölfeuerungsanlagen, die nicht unter den Geltungsbereich der <i>Heizkostenverordnung</i> fallen und die nicht leitungsgebunden versorgt werden.	Anzahl an Ölfeuerungsanlagen	7.000.000	18,75	131,25
20		Erfassung der Angaben verbrauchten Brennstoffmengen in rund 1,9 Mio. mit Kohle betriebenen Festbrennstoffanlagen	Anzahl an kohlebetriebenen Festbrennstoffanlagen	1.900.000	5,12	9,73
21	Übermittlung der Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in den 22 Mio. Feuerungsanlagen im Subsektor Haushalte	Online-Dateneingabe in das Feuerungsanlagenregister unabhängig von der Art der betriebenen Anlage und des verwendeten Brennstoffs	Anzahl an jährlichen Übermittlungsvorgängen	22.000.000	2,56	56,32

Ein Cap and Trade-System für den Gebäudesektor

22	Verifizierung der Verbrauchsmengenangaben	Verifizierung der erfassten Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen von Feuerungsanlagen, die unter den Geltungsbereich der <i>Heizkostenverordnung</i> fallen	Anzahl an Wohneinheiten	15.800.000	0,00	0,00
23		Verifizierung der erfassten Angaben zur Fernwärmebereitstellung und zu verbrauchten Brennstoffmengen von Feuerungsanlagen, die nicht unter den Geltungsbereich der <i>Heizkostenverordnung</i> fallen, die aber leitungsgebunden mit Gas oder Strom versorgt werden	Anzahl an Wohneinheiten	15.200.000	0,00	0,00
24		Verifizierung der erfassten Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in rund 7 Mio. Ölfeuerungsanlagen, die nicht unter den Geltungsbereich der <i>Heizkostenverordnung</i> fallen und die nicht leitungsgebunden versorgt werden	Anzahl an Feuerungsanlagen	7.000.000	5,00	35,00
25	Übermittlung der verifizierten Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in 20,1 Mio. Feuerungsanlagen des Haushaltssektors (exklusive der mit Kohle betriebenen Festbrennstoffanlagen)	Online-Dateneingabe in das Feuerungsanlagenregister	Anzahl an Feuerungsanlagen (exklusive der mit Kohle betriebenen Festbrennstoffanlagen)	20.100.000	3,10	62,31
26	Übermittlung und Verifizierung der erfassten Angaben zu verbrauchten Brennstoffmengen in rund 1,9 Mio. mit Kohle betriebenen Festbrennstoffanlagen	Ausstattung der Betreiber von Festbrennstoffanlagen mit Feuerungsanlagekarten	Anzahl an kohlebetriebenen Festbrennstoffanlagen	1.900.000	15,00	28,50

Ein Cap and Trade-System für den Gebäudesektor

27	Übermittlung von Informationen über erworbene Brennstoffmengen je Festbrennstoffanlage	Umsatz an Festbrennstoffen	279.600.000	4 %	11,18
Gesamtsumme der jährlich anfallenden Transaktionskosten					715,47
Gesamtsumme der einmalig anfallenden Transaktionskosten					257,10

Quelle: Eigene Darstellung.

Wenn ein Emissionshandelssystem in der in dieser Arbeit beschriebenen Art und Weise eingerichtet werden würde, könnte sich die Gesamtsumme der einmalig anfallenden Transaktionskosten auf rund 257,1 Mio. Euro belaufen. Die Gesamtsumme der jährlich anfallenden Transaktionskosten könnte rund 715,47 Mio. Euro betragen.

Bei einem gesamten jährlichen Marktwert der Emissionsberechtigungen von

- 2,64 Mrd. Euro, d. h. bei einem Preis je Zertifikat von 20,- Euro, fallen jährlich Transaktionskosten im relativen Umfang von rund 27% des Marktvolumens an,
- 6,6 Mrd. Euro, d. h. bei einem Preis je Zertifikat von 50,- Euro, fallen jährlich Transaktionskosten im relativen Umfang von rund 10,8 % des Marktvolumens an,
- 33 Mrd. Euro, d. h. bei einem Preis je Zertifikat von 250,- Euro, fallen jährlich Transaktionskosten im relativen Umfang von rund 2,2 % des Marktvolumens an.

Fazit

Treffen die naturwissenschaftlichen Kenntnisse in Bezug auf die Funktionsweise des Klimasystems zu, sieht sich die Menschheit einem Klimawandel gegenüber, der von steigenden atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen ausgelöst wird. Verursacht wird der Konzentrationsanstieg hauptsächlich von menschlichen Aktivitäten, bei denen es zur Emission von Treibhausgasen kommt, wie es bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Rohstoffe der Fall ist.¹²⁰⁵ Es ist möglich, dass der damit einhergehende, zu erwartende Anstieg der globalen Erdmitteltemperatur einen Umfang annimmt, der vergleichbar mit dem Temperaturanstieg ist, der sich zuletzt zum Ende der letzten Eiszeit ereignet hat. Sollte sich der anthropogene Wandel vollziehen, ist mit hohen Folgekosten zu rechnen.¹²⁰⁶ Der Klimawandel ist in der Lage, die derzeitigen Lebensbedingungen auf der Erde fundamental zu verändern.¹²⁰⁷ Aufgrund der Existenz von Kippunkten und von positiven Rückkopplungsbeziehungen innerhalb des Klimasystems ist die Gefahr groß, dass sich das Klima irreversibel und in einer Geschwindigkeit wandelt, welche die Anpassungsfähigkeit vieler menschlicher Gesellschaften überfordern wird.¹²⁰⁸

Um zu verhindern, dass sich der anthropogene Klimawandel vollumfänglich vollzieht, wurde auf internationaler Ebene vereinbart, die globale Erdmitteltemperatur nicht über 2 °C ansteigen zu lassen. Das bedeutet, dass die atmosphärische Treibhausgaskonzentration letztlich ein bestimmtes maximales Niveau nicht überschreiten darf. U. a. aufgrund der naturwissenschaftlichen Unsicherheiten bei der Bestimmung des mit dem 2 °C-Ziel korrespondierenden Konzentrationsniveaus an atmosphärischen Treibhausgasen steht die Einigung auf ein solches Konzentrationsniveau als Zielgröße in der internationalen Klimapolitik bislang aus.¹²⁰⁹

Unabhängig vom konkreten anvisierten Konzentrationsniveau stellt die Reduzierung der Emission von Treibhausgasen eine entscheidende Handlungsoption im Umgang mit dem Phänomen des anthropogenen Klimawandels dar.¹²¹⁰ Allerdings stellt die Regulierung der bislang unbeschränkten Nutzung der globalen Allmende Erdatmosphäre als Deponie für Treibhausgasemissionen die Menschheit vor eine große und neuartige Herausforderung. Generationenübergreifend und über nationalstaatliche Grenzen hinweg ist das alltägliche Verhalten von Milliarden Menschen in einer Weise zu beeinflussen, sodass die vorherrschenden klimatischen Bedingungen des Holozäns aufrechterhalten werden können.¹²¹¹

¹²⁰⁵ Vgl. Kap. 1.1.

¹²⁰⁶ Vgl. Kap. 1.5.

¹²⁰⁷ Vgl. Kap. 1.3.

¹²⁰⁸ Vgl. Kap. 1.2.

¹²⁰⁹ Vgl. Kap. 2.2.4.

¹²¹⁰ Vgl. Kap. 1.4.

¹²¹¹ Vgl. Kap. 2.1 und 2.2.1.

Das bedeutet, dass zur Bewältigung des Problems der übermäßigen Deponienutzung der Erdatmosphäre das Wissen über erfolgreiche Allmende-Regulierungen auf lokaler und regionaler Ebene nur zu einem Teil genutzt werden kann. Zum einen ist es im Vergleich zur lokalen Bewirtschaftung von Allmenden schwieriger, sich auf globaler Ebene auf gemeinsam geteilte Normen und Nutzungsregeln zu einigen und die Regeln anschließend durchzusetzen. Zum anderen stellt die zeitliche Dimension des Klimawandels ein Problem für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen dar: Da die Folgen des Klimawandels voraussichtlich nicht unmittelbar für die heute lebenden Menschen erfahrbar sind, werden jene, die heute in Klimaschutz investieren, auch nicht unmittelbar den Nutzen der entsprechenden Maßnahmen realisieren können.¹²¹²

Die Rückkopplungsbeziehungen innerhalb des Klimasystems erlauben es allerdings nicht, darauf zu warten, dass die Folgen eines Wandels individuell spürbar werden, bevor es zur Umsetzung von Vermeidungsmaßnahmen kommt. Sobald die temperatursensiblen Schwellen und Kipp-Punkte innerhalb des Klimasystems überschritten worden sind, sind die angestoßenen Prozesse für den Zeitraum von Generationen unumkehrbar. Klimaschutzmaßnahmen könnten ab einem solchen Zeitpunkt den Klimawandel nicht mehr aufhalten.¹²¹³

Um Klimaschutz zu realisieren, ist es erforderlich, dass die heute Lebenden vorbeugend umfassende Anstrengungen unternehmen.¹²¹⁴ Weil sie nicht unmittelbar davon profitieren, wird es zu Investitionen in den Klimaschutz nur dann kommen, wenn es im altruistischen Interesse heute Lebender liegt, spätere Generationen vor den Folgen des zu erwarteten Klimawandels zu bewahren.¹²¹⁵ Dass die heute lebenden Menschen ein grundsätzliches Interesse an der Aufrechterhaltung stabiler klimatischer Verhältnisse für deren Nachkommen haben, wurde für die ökonomische Analyse, die in dieser Arbeit vorgenommen worden ist, angenommen.¹²¹⁶

Weil die Durchführung von Klimaschutzpolitik nicht auf individuellen Erfahrungen mit den negativen Folgen eines Klimawandels aufbauen kann, verbleiben wissenschaftliche Kenntnisse als Alternative für eine sachlich fundierte Klimapolitik.¹²¹⁷ Aufgrund der vorherrschenden Unsicherheiten in Bezug auf die Kenntnisse über die Funktionsweise des Klimasystems ist es vornehmliche Aufgabe der entsprechenden Naturwissenschaften, weiterhin empirische Erkenntnisse zu sammeln und diese dazu zu verwenden, die bestehenden Hypothesen über die Zusammenhänge innerhalb des Klimasystems zu verbessern.

Im Rahmen der Analyse der internationalen Klimapolitik wurde die Handlungsoption der Vermeidung des anthropogenen Klimawandels in den Fokus der Betrachtung gestellt. Diskutiert

¹²¹² Vgl. Kap. 3.2.1 und 3.2.2.

¹²¹³ Vgl. *Ostrom, E. et al. (1999)*: S. 282.

¹²¹⁴ Vgl. Kap. 1.2, 1.4 und 2.2.4.

¹²¹⁵ Vgl. Kap. 2.2.1, 2.2.2 und 2.2.3.

¹²¹⁶ Vgl. Kap. 2.2.3 sowie die Einleitung zu Kap. 3.

¹²¹⁷ Vgl. *Dietz, T./Ostrom, E./Stern, P. C. (2003)*: S. 1908.

wurden Ziele und der Status quo der Umsetzung der internationalen Klimapolitik sowie das Kollektivgutproblem der Bereitstellung von Klimaschutz.¹²¹⁸ Es wurde festgestellt, dass das Kollektivgutproblem der Bereitstellung von Klimaschutz in der bisher veröffentlichten ökonomischen Literatur unzureichend analysiert worden ist, weil die mögliche Existenz von temperatursensiblen Kipp-Punkten innerhalb des Klimasystems nicht beachtet wurde.¹²¹⁹ Dieser Umstand begründet die Formulierung der ersten beiden der insgesamt sechs Forschungsfragen, die der Arbeit zugrundegelegt worden sind.¹²²⁰

- *Inwieweit verändern sich die relevanten Bedingungen der ökonomischen Analyse des Zustandekommens und der Stabilität von internationalen Klimaschutzvereinbarungen, wenn die neueren klimawissenschaftlichen Kenntnisse über die Möglichkeit eines abrupten klimatischen Wandels und die Existenz von Kipp-Punkten innerhalb des Klimasystems berücksichtigt werden?*
- *Kann unter den geänderten Bedingungen das Zustandekommen eines stabilen Klimaschutzabkommens erwartet werden?*

Aufbauend auf Arbeiten von *Hirshleifer*, *Cornes* und *Sandler*, in denen sich die Autoren mit sog. Aggregationstechnologien von Kollektivgütern beschäftigen, konnte gezeigt werden, wie der Umstand, dass es sich bei dem anthropogenen Klimawandel um ein Schwellenphänomen handelt, in der ökonomischen Analyse Berücksichtigung finden kann.¹²²¹ Die Betrachtung des Klimawandels als Schwellenproblem, anstatt diesen als Phänomen einer kontinuierlichen, linearen Veränderung aufzufassen, verändert die Entscheidungssituation, in der Staaten auf internationaler Ebene über die Bereitstellung von Klimaschutz befinden, fundamental.¹²²² Denn wenn es sich beim Klimawandel um ein Schwellenphänomen handelt, kann das zugrundeliegende Problem der Bereitstellung des Gutes Klimaschutz spieltheoretisch mit einem Assurance Game zutreffend dargestellt werden. Das bedeutet, im Gegensatz zu den bisherigen Aussagen in der Umweltökonomik, kann auf Basis rationaler Erwägungen ein gewisser Grad internationaler Kooperation für realisierbar gehalten werden, der hinreichen kann, unumkehrbare klimatische Veränderungen abzuwenden. Handelt es sich bei dem zugrundeliegenden Problem des anthropogenen Klimawandels um ein Schwellenphänomen, kann Klimaschutz auf Basis einer Threshold-Good Aggregationstechnologie bereitgestellt werden, und die Entstehung eines wirksamen und stabilen

¹²¹⁸ Vgl. Kap. 3.1.

¹²¹⁹ Vgl. Kap. 3.3.3.

¹²²⁰ In der Einleitung der vorliegenden Arbeit findet sich eine Auflistung der sechs Forschungsfragen, die in Verlauf dieses Fazits wieder aufgegriffen werden.

¹²²¹ Siehe Kap. 3.3.1 und 3.3.2. Vgl. hierzu grundlegend u. a. *Hirshleifer, J. (1983)*, *Cornes, R./Sandler, T. (1984)* sowie *Sandler, T. (2004)*.

¹²²² Vgl. Kap. 3.3.3.

internationalen Klimaschutzabkommens bei unvollständiger Kooperation von Staaten ist möglich.¹²²³

Ob einer multilateralen Koalition von Staaten die Bereitstellung des Threshold-Gutes Klimaschutz am Ende tatsächlich gelingt, wird u. a. davon abhängen, inwieweit die Lösung der folgenden vier Teilprobleme gelingt. Es ist erstens das Problem der Lastenverteilung innerhalb der für möglich gehaltenen multilateralen Klimaschutzkoalition zu klären. Denn die Wahrscheinlichkeit, dass die multilaterale Koalition zustande kommt, hängt vom Grad der Homogenität der Gruppe ab. Je größer der Grad der Homogenität, desto eher gelingt die Formulierung einer konsensfähigen Zielgröße. Beinhaltet die Homogenität in den Präferenzen auch eine genügend große Schnittmenge gemeinsam geteilter Normen und Werte und ist der Grad der wirtschaftlichen Verflechtung hoch, so dass auch eine große Schnittmenge gemeinsamer wirtschaftlicher Interessen vorliegt, könnte auch die Einigung auf ein allseits akzeptiertes Sanktionsregime gelingen. Reichen zudem in einem Umfeld gemeinsam geteilter Normen und Werte geringere Sanktionshöhen zur Verhaltensbeeinflussung aus, senkt dies die Transaktionskosten der gemeinsamen Regulierung.

Zweitens muss sichergestellt werden, dass die multilaterale Koalition zum Schutz des Klimas groß genug ist – in dem Sinne, dass sie für eine hinreichend große Menge von vermiedenen Treibhausgasemissionen verantwortlich ist – um das präferierte Umweltziel überhaupt erreichen zu können. Sie muss außerdem über genügend Kapital und Wirtschaftskraft verfügen, um die anfallenden Vermeidungskosten tragen zu können. Die Klimaschutzkoalition muss also fähig dazu sein, das Überschreiten möglicher Kipp-Punkte innerhalb des Klimasystems zu verhindern. Mit dem Ziel, die Schwellenwerte und Kipp-Punkte innerhalb des Klimasystems mit größerer Bestimmtheit messen zu können, besteht allerdings weiterhin erheblicher naturwissenschaftlicher Forschungsbedarf.

Drittens muss es der multilateralen Klimaschutzkoalition gelingen, das Verhalten derjenigen Staaten zu beeinflussen, die nicht an dem Abkommen teilnehmen. Denn es besteht die Gefahr, dass andere Staaten durch ihre nicht regulierte Emissionsentwicklung das vereinbarte Ziel der kooperierenden Staaten unterminieren. Selektive Anreize, wie etwa Kompensationszahlungen oder Technologietransfers von der Gruppe der kooperierenden Staaten an die anderen nicht am Klimaabkommen teilnehmenden Staaten, könnten geeignete Mittel dazu darstellen.

Statt in ökonomischen Analysen immerzu auf die Notwendigkeit eines umfassenden Klimaabkommens zu verweisen, sollten viertens bestehende Umsetzungshindernisse als Randbedingungen umsetzbarer Klimapolitik behandelt werden, und es sollten Lösungsansätze zur Vermeidung oder Abschwächung sich daraus ergebender Probleme präsentiert werden.¹²²⁴ Diese

¹²²³ Vgl. Kap. 3.3.4.

¹²²⁴ Vgl. hierzu stellvertretend *Siebert, H. (2005): S. 219*. In ähnlicher Weise äußert sich *Convery*. In einem Überblick über die relevante Literatur zum Thema des *Europäischen Emissionshandelssystems* führt

Forderung ergibt sich aus der Bearbeitung der dritten, dieser Arbeit zugrundeliegenden Forschungsfrage:

- *Falls ein stabiles Klimaschutzabkommen zustande kommt, welche Probleme könnten dann die Erreichung des Ziels eines solchen Abkommens gefährden?*

Zu diesen Problemen zählt Carbon Leakage. Wird das Carbon Leakage-Phänomen als inhärentes Problem einer internationalen Klimapolitik aufgefasst, die nicht alle Länder der Erde umfasst, stellt es eine bedeutende Nebenbedingung dar, die bei der Ausgestaltung des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes berücksichtigt werden muss. Würde Carbon Leakage in diesem Rahmen nämlich nicht berücksichtigt, bestünde die Gefahr der ökologischen Wirkungslosigkeit der eingesetzten Instrumente. D. h., im Rahmen einer internationalen Klimapolitik, die nicht alle Staaten der Erde umfasst, stellt die mögliche Verlagerung von Emissionsaktivitäten aus klimapolitisch regulierten Staaten in klimapolitisch nicht regulierte Staaten das zentrale Problem des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes dar.¹²²⁵

Nach Abschluss der Analyse der internationalen Klimapolitik wurde der klimapolitische Instrumenteneinsatz auf Ebene von Staaten in den Mittelpunkt der Betrachtung gestellt. In diesem Kontext erfolgte die Beantwortung der vierten Forschungsfrage:

- *Inwiefern beeinträchtigen die identifizierten Probleme die Effizienz von klimapolitischen Instrumenten, die zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen auf Ebene von Nationalstaaten eingesetzt werden?*

Entsprechend der weiter oben aufgestellten Forderung wurde das Carbon Leakage-Problem als Randbedingung bei der ökonomischen Analyse des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes berücksichtigt. Exemplarisch vorgestellt wurde die klimapolitische Regulierung in der *Bundesrepublik Deutschland*, die weltweit als Vorreiter im Klimaschutz gilt.¹²²⁶ Auf Basis einer vergleichenden ökonomischen Analyse wurde herausgearbeitet, dass sich mengenpolitische Instrumente wie ein Cap and Trade-Handelssystem für Emissionsberechtigungen besonders gut als Mittel einer effizienten und effektiven Klimapolitik einsetzen lassen.¹²²⁷ Zudem lassen sich unter bestimmten Bedingungen die damit einhergehenden regulatorisch bedingten Belastungen für Emittenten mittels entsprechender sektorspezifischer Ausgestaltung so steuern, dass bei Einsatz der Instrumente mögliche Leakage-Effekte berücksichtigt werden können.¹²²⁸

er als Themenschwerpunkte zukünftiger ökonomischer Arbeiten an: „A [...] field for future inquiry is how to advise and advance the policy process in a second- or third-best world.“, *Convery, F. J. (2009):* S. 133.

¹²²⁵ Vgl. Kap. 3.3.5.

¹²²⁶ Vgl. Kap. 4.1.

¹²²⁷ Vgl. Kap. 4.2.

¹²²⁸ Vgl. Kap. 4.3.

Mit der vornehmlich auf Auflagen und Subventionen basierenden deutschen Klimapolitik, so ein Ergebnis der Analyse, kommt es allerdings lediglich zur Verbreitung bestimmter, bereits bekannter Vermeidungstechniken. Zudem sind die eingesetzten Instrumente weder kosteneffizient noch dynamisch effizient und auch die klimapolitische Zielerreichung ist mit dem Instrumenteneinsatz nicht sichergestellt.¹²²⁹ Die Forschungsfragen fünf und sechs setzten an dieser Feststellung an:

- *Welche praktikablen Maßnahmen sind vorstellbar, mit deren Umsetzung das Ausmaß der identifizierten Probleme eingedämmt und die Effizienz der auf nationaler Ebene eingesetzten klimapolitischen Instrumente gesteigert werden können?*
- *Wie kann eine effiziente Ausweitung der mengenpolitischen Cap and Trade-Regulierung – die in Deutschland im Rahmen des Europäischen Emissionshandelssystems bereits Anwendung findet – auf weitere Branchen und Wirtschaftssektoren aussehen?*

Um die Effizienz des nationalstaatlichen Instrumenteneinsatzes in *Deutschland* zu verbessern, wurde in der vorliegenden Arbeit vorgeschlagen, den Einsatz mengenpolitischer Instrumente über den Bereich hinaus auszuweiten, der derzeit vom *Europäischen Emissionshandelssystem* abgedeckt wird.¹²³⁰ Mit dem Ziel, mögliche Carbon Leakage-Effekte zu vermeiden, kann die sektorale Differenzierung des nationalen Instrumenteneinsatzes weiterhin beibehalten werden.¹²³¹ Dabei kann die Festlegung der sektorspezifischen Emissionsmengenbegrenzungen von der internationalen Mobilität der Emittenten in den verschiedenen Sektoren abhängig gemacht werden. Der Vorschlag einer Ausweitung des mengenpolitischen Instrumentariums auf weitere Sektoren wurde exemplarisch anhand möglicher Ausgestaltungsoptionen einer Downstream ausgerichteten Cap and Trade-Regulierung im Gebäudesektor dargestellt. Die vorgeschlagene Cap and Trade-Regulierung könnte anstelle der derzeit dort vorherrschenden ineffizienten Auflagenregulierung Anwendung finden. Als potenzielle Regulierungsobjekte wurden die stationären Feuerungsanlagen des Gebäudesektors ausgewählt.¹²³²

Gegen den Vorschlag können Bedenken in Bezug auf die Praktikabilität und die Handhabbarkeit eines solchen Systems vorgebracht werden. Schließlich würden Millionen Wirtschaftssubjekte im Gebäudesektor in den Handel mit Emissionsberechtigungen einbezogen werden. Möglicherweise spricht die Höhe der damit einhergehenden Transaktionskosten gegen die Etablierung eines Cap and Trade-Handelssystems.¹²³³ Die Tatsache, dass Millionen Akteure klimapolitisch reguliert werden, ist allerdings an sich nichts Neuartiges. Es wurde in dieser Arbeit ge-

¹²²⁹ Vgl. Kap. 4.2.2, 4.2.3, 5.1.3 und 5.1.4.

¹²³⁰ Vgl. Kap. 4.3.3.

¹²³¹ Für eine Auflistung der Bedingungen, unter denen es möglich ist, auf Basis einer sektorspezifisch ausgestalteten Regulierung mögliche Carbon Leakage-Effekte einzudämmen, vgl. Kap. 4.3.2.

¹²³² Vgl. Kap. 5.1.1, 5.1.2 und 5.2.3.

¹²³³ Vgl. Kap. 4.3.3.

zeigt, dass in allen Wirtschaftssektoren in *Deutschland* klimapolitische Instrumente eingesetzt werden, und dass dies vornehmlich auf Ebene der Millionen Emittenten von Treibhausgasen geschieht.¹²³⁴ Die Darstellung des Status quo der klimapolitischen Regulierung des Haushaltssektors und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung bestätigt dabei die vielfältigen Probleme des vorherrschenden auflagenbasierten Instrumenteneinsatzes, die auch bereits im Rahmen der theoretischen Analyse konstatiert worden sind.¹²³⁵ Insbesondere ist das Informationsdefizit auf Seiten des Staates erheblich: Ein Monitoring-System etwa, mit dem die Einhaltung der Auflagen im Gebäudesektor kontrolliert werden könnte, ist derzeit überhaupt nicht installiert. Zuverlässige Informationen in Bezug auf den Grad der Umsetzung der klimapolitischen Auflagen liegen nicht vor, und ebenso wenig gibt es Informationen zur Höhe der Transaktionskosten, die der auflagenpolitische Instrumenteneinsatz verursacht.¹²³⁶

Vor diesem Hintergrund ist es bemerkenswert, wieso ausgerechnet mit dem Verweis auf die Höhe der Transaktionskosten der Einsatz eines Downstream ausgerichteten mengenpolitischen Instrumentariums zur Regulierung der Treibhausgasemissionen, der sog. Kleinemittenten, abgelehnt und der Gebäudesektor stattdessen mittels Auflagen reguliert wird.¹²³⁷ Schließlich ist die Anzahl der Regulierungsobjekte im Rahmen einer Auflagenpolitik noch erheblich größer, als sie im Rahmen eines Emissionshandelssystems wäre: Während nämlich bei letzterem lediglich der Brennstoffmengenverbrauch der betriebenen Verbrennungsanlagen von Interesse ist, stehen bei ersterer zusätzlich alle in Gebäuden betriebenen Maschinen und Anlagen sowie sämtliche verwendeten Baumaterialien im Fokus. D. h., falls ein umfassendes Monitoring-System eingerichtet werden würde, löste eine bürokratisch-technische Auflagenregulierung stets systematisch höhere Transaktionskosten aus als ein Emissionshandelssystem.¹²³⁸ Wollte man mit Hilfe einer Auflagenregulierung eine vollständige Zielerreichung gewährleisten, müsste, wie auch bei der Etablierung eines Emissionshandelssystems, jede einzelne Feuerungsanlage überprüft werden, um eine exakte Emissionskontrolle gewährleisten zu können. Doch das wäre nicht ausreichend: Zusätzlich müssten sämtliche Details der auflagentechnischen Regulierung überprüft werden, schließlich wird den Wirtschaftssubjekten bei einer Auflagenregulierung explizit vorgegeben, wie die Treibhausgasemissionen unter Beachtung welcher technischen Details zu reduzieren sind. Diese Überprüfungen der technischen Eigenschaften von Energieerzeugungsanlagen und der verwendeten Baustoffe zur Erhöhung der energetischen Qualität einer Immobilie müssten in jedem Einzelfall erfolgen. Die Kosten eines solchen Monitorings dürften tatsächlich prohi-

¹²³⁴ Vgl. Kap. 4.1 i. V. m. 4.3, 5.1.3 und 5.3.4.

¹²³⁵ Vgl. Kap. 4.2, 5.1.3 und 5.1.4.

¹²³⁶ Vgl. 5.3.3.4.

¹²³⁷ Vgl. Kap. 4.3.3, in dem die verschiedenen Positionen vorgestellt werden.

¹²³⁸ Eine zielkonforme anlagenbezogene Auflagenregulierung müsste letztlich in jeden Lebensbereich aller regulierten Wirtschaftssubjekte eindringen, in dem es, ausgelöst durch menschliche Aktivität, zur Emission von Treibhausgasen kommt. Vgl. hierzu Kap. 4.2.2.4.

bitiv hoch ausfallen. Dass in der Realität die Kosten des Monitorings nicht so hoch sind, liegt allein darin begründet, dass ein wirksames Monitoring-System im Rahmen der gegenwärtigen Auflagenpolitik gar nicht erst installiert worden ist.

Die Existenz von Kontrollkosten spricht nicht generell gegen die Einrichtung eines Emissionshandelssystems.¹²³⁹ Kontrollkosten fallen bei Einsatz jedes umweltpolitischen Instruments an, falls die Rückführung der schädigenden Aktivität bis unter ein bestimmtes anvisiertes Niveau ein tatsächlich verfolgtes Ziel der umweltpolitischen Regulierung ist und die Kontrolle der Zielerreichung beabsichtigt ist. Die Kosten eines Kontrollsystems im Rahmen einer Cap and Trade-Regulierung wären nur in einem Fall systematisch höher als bei einer technischen Auflagenregulierung, nämlich dann, wenn die Emissionsmengen von Dritten nicht zuverlässig beobachtet werden könnten.¹²⁴⁰ Dieser Fall aber trifft auf die Bestimmung der CO₂-Emissionen nicht zu.¹²⁴¹

In der vorliegenden Arbeit wurde gezeigt, dass die sektorale Ausdehnung der Downstream ansetzenden Cap and Trade-Regulierung auf weitere Wirtschaftsbereiche – über den Anwendungsbereich des *Europäischen Emissionshandelssystems* hinaus – praktikabel ist. Es wurde zudem exemplarisch verdeutlicht, dass der Einsatz eines Cap and Trade-Handelssystems für CO₂-Emissionszertifikate auch auf Massenmärkten mit einer Vielzahl von Emissionsquellen und einzubeziehenden Wirtschaftssubjekten institutionell beherrschbar wäre.¹²⁴²

Gegenüber anderen Formen der Regulierung bietet die Etablierung eines Marktes für Emissionsrechte auch im Gebäudesektor mehrere Vorteile. Es wäre damit erstens möglich, ein anvisiertes Umweltziel sicher zu erreichen; das Instrument ist ökologisch zielkonform. Zweitens ermöglichte es den Marktteilnehmern, diejenigen Vermeidungsoptionen zur Vermeidung von CO₂-Emissionen zu nutzen, die für sie am kostengünstigsten zu realisieren sind; das Instrument ist ökonomisch kosteneffizient. Drittens böte es den Marktteilnehmern Anreize zu technologischen Neuentwicklungen; das Instrument ist dynamisch effizient.¹²⁴³ Schließlich böte die Ausweitung der Regulierung von Treibhausgasemissionen über Märkte mit handelbaren Emissionsrechten die Möglichkeit einer ordnungskonformen Ausgestaltung der Klimaschutzpolitik. Dies könnte dazu beitragen, den bisherigen konzeptions- und systemlosen Interventionismus der verschiedenen föderalen Staatsebenen aufzulösen. Die darauf zurückzuführenden kostenintensiven Ineffizienzen könnten dann vermieden werden.

¹²³⁹ Vgl. Bonus, H./Häder, M. (1998): S. 41.

¹²⁴⁰ Vgl. Bonus, H./Niebaum, H. (1998): S. 232. Als vorbildlich gilt das Monitoring-System des „Acid Rain-Programms“. Hier treten Vollzugsdefizite so gut wie nicht auf. Die Emittenten nehmen die Messungen der Emissionen selbst vor und übertragen die Daten an die entsprechende Umweltbehörde. Unterdeckungen lösen sofort fällige Strafen aus. Vgl. Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998): S. 162.

¹²⁴¹ Für die entsprechende Erläuterung vgl. Kap. 5.2.2.1.

¹²⁴² Vgl. Kap. 5.2 und 5.3.

¹²⁴³ Vgl. Kap. 4.2.4.

Damit die Effizienzvorteile des mengenpolitischen Instrumenteneinsatzes auf Massenmärkten für Emissionsberechtigungen nicht von den regulierungsbedingten Transaktionskosten überkompensiert werden, besteht die besondere Herausforderung darin, Ausgestaltungsoptionen zu wählen, mit denen es gelingt, regulierungsbedingte Transaktionskosten zu minimieren. Indem für die Handelsabläufe auf die bereits etablierte Infrastruktur des deutschen Bank- und Börsenwesens sowie für das Monitoring-System auf die vorhandenen Berichts- und Anzeigepflichten für Kaufleute, Gewerbetreibende und Immobilieneigner zurückgegriffen wird, erzeugt das vorgeschlagene Handelssystem im Gebäudesektor nicht per se prohibitiv hohen Kosten. Die Transaktionskosten des skizzierten Emissionshandelssystems im Gebäudesektor liegen bei rund 0,26 Mrd. Euro für die Einrichtung des Systems und bei durchschnittlich 0,72 Mrd. Euro jährlich für den Betrieb des Handelssystems.¹²⁴⁴

Aufgrund der geringeren Anzahl der zertifikatpflichtigen Akteure wäre die Etablierung eines Upstream-Handelssystems, das auf Ebene der Erzeuger von Energie, Importeuren und Förderern von Energierohstoffen ansetzte, vermutlich mit vergleichsweise geringen Transaktionskosten verbunden. Allerdings liegen für ein umfassendes Upstream-Handelssystem derzeit keine ökonomisch fundierten Konzepte vor, in denen der Umfang der Transaktionskosten bestimmt worden wäre. Damit die sektorspezifische Downstream-Regulierung gegenüber einer sektorunspezifischen Upstream-Regulierung als ökonomisch vorteilhaft gelten kann, muss der zusätzliche Nutzen einer Sektoralisierung mindestens den Transaktionskosten, die mit der Sektoralisierung einhergehen, entsprechen. Dies wäre dann der Fall, wenn mit der sektorspezifischen Downstream-Regulierung Klimaschäden vermieden werden könnten, die andernfalls von Carbon Leakage-Effekten ausgingen, welche von einer sektorunspezifischen Upstream-Regulierung ausgelöst würden. D. h., die sektorspezifische Downstream-Regulierung wäre ökonomisch vorteilhaft, wenn der monetäre Gegenwartswert des Nutzens aus der Vermeidung von Carbon-Leakage über den regulierungsbedingten ökonomischen Ineffizienzen lägen, die der Sektoralisierung des Mitteleinsatzes zuzuschreiben sind.¹²⁴⁵ Bislang allerdings sind die volkswirtschaftlichen Kosten, die durch Carbon Leakage entstehen könnten, noch nicht empirisch bestimmt worden. Das bedeutet, auch eine empirisch fundierte quantitative Bestimmung der ökonomischen Vorteilhaftigkeit einer Sektoralisierung des klimapolitischen Instrumenteneinsatzes steht derzeit noch aus. Die Frage, ob das potenziell ökologisch effizientere Downstream-Handelssystem dem vermutlich kosteneffizienteren Upstream-Handelssystem aus ökonomischer Sicht vorgezogen werden sollte, kann derzeit nicht abschließend beantwortet werden.

¹²⁴⁴ Vgl. Kap. 5.3.3.5.

¹²⁴⁵ Vgl. Kap. 4.3.2 und 5.2.2.3.

Schließlich bleibt festzuhalten, dass weiterhin umfassende naturwissenschaftliche Forschungsbemühungen erforderlich sind, um die volkswirtschaftlichen Kosten von Carbon Leakage zu quantifizieren. Insbesondere sind für die Bestimmung der Auswirkungen von Carbon Leakage die Treibhausgaskonzentrations- und Temperaturschwellen innerhalb des Klimasystems exakter zu bestimmen, deren Überschreiten einen unumkehrbaren Klimawandel auslösen kann. Daneben sind wirtschaftswissenschaftliche Forschungsanstrengungen notwendig, auf deren Basis der Umfang von Carbon Leakage abgeschätzt werden kann. Hier könnte es zielführend sein, entsprechende ökonomische Szenario-Analysen durchzuführen. Zu erwarten ist, dass vor allem die Größe der skizzierten multilateralen Koalition zum Schutz des Klimas große Auswirkungen auf den Umfang von Carbon Leakage haben wird. Aber auch die Zusammensetzung der entsprechenden Staatenkoalition und Länderspezifika, wie Größe, wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, Bevölkerungsgröße, Umweltbewusstsein oder die wirtschaftliche Verflechtung der Koalitionstaaten untereinander, werden bedeutenden Einfluss nehmen.¹²⁴⁶

Unabhängig von der Höhe der Kosten von Carbon Leakage ist es aber möglich, die ökonomische Effizienz der klimapolitischen Regulierung mittels sektorspezifischen Emissionshandelssystemen zu steigern. Es bietet sich an, die sektorale Regulierung länderübergreifend auszugestalten, um von der damit einhergehenden zunehmenden Vielfalt an Vermeidungsoptionen zu profitieren.¹²⁴⁷ Eine solche sektorspezifische länderübergreifende Zusammenarbeit in der klimapolitischen Regulierung wird innerhalb des *Europäischen Emissionshandelssystems* bereits erfolgreich praktiziert.¹²⁴⁸ So können innerhalb der vom *Europäischen Handelssystem* erfassten Branchen die europaweit günstigsten Vermeidungspotenziale realisiert werden. In der internationalen Klimapolitik könnte die Anwendung des sektoralen Ansatzes zudem dazu führen, dass in mehr Staaten als bislang die Bereitschaft entsteht, Beiträge zum internationalen Klimaschutz zu leisten.¹²⁴⁹ Wenn nicht ganzen Nationen, sondern lediglich ausgewählten Sektoren wirtschaftlicher Aktivität Emissionsobergrenzen auferlegt würden, könnten auf internationaler Ebene gezielt in solchen Branchen gemeinsame Absprachen getroffen werden, in denen ein besonders hoher internationaler Wettbewerbsdruck vorherrscht. Die mit einem Beitritt zu einem internationalen Klimaschutzabkommen befürchtete einhergehende Wettbewerbsverzerrung für bestimmte Industriezweige und die Verlagerungen von Treibhausgasemissionen in klimapolitisch unregulierte Staaten, sprich Carbon Leakage, könnten auf diesem Wege eingedämmt werden.¹²⁵⁰ Solche Absprachen über sektorbezogene Begrenzungen von Emissionsmengen könnten auch mit

¹²⁴⁶ Vgl. Kap. 4.3.2.

¹²⁴⁷ Für eine Übersicht über verschiedene Möglichkeiten der Ausgestaltung von sektoralen Ansätzen in der internationalen Klimapolitik vgl. u. a. *Baron, R./Buchner, B./Ellis, J. (2009): S. 8 ff.* und *IEA (2009b): S. 35 ff.*

¹²⁴⁸ Vgl. Kap. 4.3.1.

¹²⁴⁹ Vgl. *Bradley, R. et al. (2007): S. 6.*

¹²⁵⁰ Vgl. *Bradley, R. et al. (2007): S. 7.*

Staaten getroffen werden, die sich keinem nationalen Emissionsmengenziel unterworfen haben und somit nicht Mitglied eines internationalen Klimaschutzabkommens sind.¹²⁵¹ Möglicherweise ließe sich mit der Ausweitung des Einsatzes sektoraler Emissionshandelssysteme auf internationaler Ebene die Anzahl von Staaten steigern, die bereit sind, Klimaschutzbeiträge zu leisten.

¹²⁵¹ Vgl. für einen solchen Ansatz *Schmidt, J. et al. (2008)*: S. 494 ff.

Literaturverzeichnis

1. *BImSchV (2010)*: 1. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes - Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. Bundesimmissionsschutzverordnung), in der Fassung vom 26.01.2010, in: Bundesgesetzblatt I, S. 490.
- AGEB (2010)*: Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, abrufbar unter: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=5>, abgerufen am: 08.09.2011.
- AGEB (2011)*: Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren 2008, Studie beauftragt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Projektnummer: 40/08, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, abrufbar unter: <http://www.agenergiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=255>, abgerufen am: 12.09.2011.
- AGEB (2013a)*: Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2012, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, abrufbar unter: http://www.ag-energiebilanzen.de/#ausw_06082013ov, abgerufen am: 24.02.2014.
- AGEB (2013b)*: Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, abrufbar unter: <http://www.ag-energiebilanzen.de/DE/daten-und-fakten/anwendungsbilanzen/anwendungsbilanzen.html>, abgerufen am: 24.02.2014.
- Allen, M. R. (2009)*: Warming caused by cumulative carbon emissions towards the trillionth tone, *Nature*, Vol. 458, S. 1163 - 1166.
- Allianz/World Wildlife Fund (2006)*: Climate change and the financial sector: an agenda for action, abrufbar unter: http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/allianz_rep_0605.pdf, abgerufen am: 14.01.2011.
- AO (2011)*: Abgabenordnung (AO), in der Fassung vom 01.10.2002, in: Bundesgesetzblatt I S. 3866; 2003 I, S. 61, zuletzt geändert am: 22.12.2011, in: Bundesgesetzblatt I, S. 3044.
- Arent, D./Tol, R. S. J. et al. (2014)*: Key Economic Sectors and Services, in: *IPCC (Hrsg.): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, abrufbar unter: http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5-Chap10_FGDall.pdf, abgerufen am: 24.04.2014.
- Arrow, K. J./Debreu, G. (1954)*: Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy, *Econometrica*, Vol. 22, Nr. 3, S. 265 - 290.
- Auer, J./Heymann, E./Just, T. (2008)*: Bauen als Klimaschutz, Deutsche Bank Research, Aktuelle Themen 433, Frankfurt a. M.

- Auffhammer, M. et al. (2013)*: Offener Brief zum Europäischen Emissionshandel, abrufbar unter: http://www.diw.de/documents/dokumentenarchiv/17/diw_01.c.417693.de/offener_brief_bk_merkel_20130319.pdf, abgerufen am: 11.03.2014.
- Axelrod, R. (1984)*: The Evolution of Cooperation, Basic, Books, New York.
- Babiker, M. H. (2005)*: Climate change policy, market structure, and carbon leakage, *Journal of International Economics*, Vol. 65, S. 421 - 445.
- Bader, P. (2000)*: Europäische Treibhauspolitik mit handelbaren Emissionsrechten, Berlin.
- Bagnoli, M./McKee, M. (1991)*: Voluntary contribution Games: Efficient Private Provision of Public Goods, *Economic Inquiry*, Vol. 29, S. 351 - 366.
- Bardt, H. et al. (2008)*: Immobilien und Klimaschutz – Potenziale und Hemmnisse, Institut der Deutschen Wirtschaft, IW Trends 02/2008, Köln.
- Barker, T. et al. (2007)*: Technical Summary, in: *Metz, B. et al. (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, Cambridge, New York, S. 25 - 93.
- Barker, T./Bashmakov, I. et al. (2007)*: Mitigation from a cross-sectoral perspective, in: *Metz, B. et al. (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, Cambridge, New York, S. 619 - 690.
- Baron, R./Buchner, B./Ellis, J. (2009)*: Sectoral Approaches and the Carbon Market, OECD/IEA, Paris.
- Barrett, S. (1994)*: Self-Enforcing International Environmental Agreements, *Oxford Economic Papers*, Vol. 46, S. 878 - 894.
- Barrett, S. (2005)*: Environment and Statecraft – The Strategy of Environmental Treaty-Making, Oxford University Press, New York.
- Bartel, K. et al. (2010)*: Wasserwirtschaft in Deutschland – Teil 1, Grundlagen, Umweltbundesamt, abrufbar unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3469.pdf>, abgerufen am: 22.12.12.
- Baumol, W. J./Oates, W. E. (1971)*: The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment, *Swedish Journal of Economics*, Vol. 73, S. 42 - 54.
- Baumol, W. J./Oates, W. E. (1988)*: The Theory of Environmental Policy, Cambridge University Press, Cambridge.

- Bäuerle, T. (2010)*: Integration of Marine Transport into the European Emissions Trading System: Environmental, economic and legal analysis of different options, Texte 27/2010, Umweltbundesamt, Dessau.
- Berg, H./Cassel, D./Hartwig, K.-H. (2007)*: Theorie der Wirtschaftspolitik, in *Apolte, T. et al. (Hrsg.)*: Vahlens Kompendium der Wirtschaftstheorie und Wirtschaftspolitik, Band 2, 9. Aufl., Vahlen, München, S. 243 - 368.
- Bertenrath, R./Heilmann, S./Glasmacher, G. (2007)*: Vorzüge eines Up-Stream-Ansatzes zur Regulierung von CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich, Zeitschrift für Umweltrecht, Band 5, S. 242 - 244.
- Betz, R. A. (2003)*: Emissionshandel zur Bekämpfung des Treibhauseffektes: Der Einfluss der Ausgestaltung auf die Transaktionskosten – am Beispiel Deutschland, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- BGB (2011)*: Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), in der Fassung vom 02.01.2002, in: Bundesgesetzblatt I, S. 42, 2909; 2003 I S. 738, zuletzt geändert am 27.07.2011, in: Bundesgesetzblatt I, S. 1600.
- Biedermann, A. (2011)*: Klimaschutz in den deutschen Bundesländern Climate Change 15/2011, Umweltbundesamt, Dessau.
- BImSchG (2011)*: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG), in der Fassung vom 26.09.2002, in: Bundesgesetzblatt I S. 3830, zuletzt geändert am 08.11.2011, in: Bundesgesetzblatt I, S. 2178.
- Blankart, C. B. (2008)*: Öffentliche Finanzen in der Demokratie, 7. Aufl., Vahlen, München.
- Blüchel, K. (2007)*: Der Klimaschwindel, Bertelsmann, München.
- BMU (2004)*: Nationaler Allokationsplan für die Bundesrepublik Deutschland 2005-2007, Veröffentlichung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, abrufbar unter: <http://www.bmu.de/emissionshandel/doc/5721.php>, abgerufen am: 24.03.2011.
- BMU (2006)*: Nationaler Allokationsplan 2008 - 2012 für die Bundesrepublik Deutschland, Veröffentlichung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, abrufbar unter: <http://www.bmu.de/emissionshandel/downloads-/doc/36957.php>, abgerufen am: 24.03.2011.
- BMU (2009)*: Klimaschutzpolitik in Deutschland, abrufbar unter: http://www.bmu.bund.de/klimaschutz/nationale_klimapolitik/doc/5698.php, abgerufen am 22.04.2010.

- BMU (2010)*: Kurzinformation Umweltgesetzbuch, abrufbar unter: <http://www.bmu.de/gesetz-verordnungen/doc/45702.php>, abgerufen am 13.07.2011.
- BMU (2011)*: Internationale Klimapolitik, abrufbar unter: http://www.bmu.de/klimaschutz/internationale_klimapolitik/klimarahmenkonvention/doc/44134.php, abgerufen am 17.07.2011.
- BMWi (2010)*: Energiebedingte CO₂-Emissionen ausgewählter Länder und Regionen, abrufbar unter: <http://lexikon.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Statistik-und-Prognosen/energiesiedaen,did=176576.html>, abgerufen am: 12.10.2011.
- BMWi (2011)*: Gesamtausgabe Energiedaten – Datensammlung des BMWi, Berlin, abrufbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Statistik-und-Prognosen/Energiedaten/gesamtausgabe.html>, abgerufen am: 09.09.2011.
- BMWi/BMU (2011)*: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, abrufbar unter: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf, abgerufen am: 24.02.2014.
- BMWi/BMU (2012)*: Erster Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit abrufbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/erster-monitoring-bericht-energie-der-zukunft-kurzfassung,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, abgerufen am 10.03.2014.
- Bonus, H. (1972)*: Über Schattenpreise von Umweltressourcen, Jahrbuch für Sozialwissenschaften, Band 23, S. 342 - 354.
- Bonus, H. (1979)*: Öffentliche Güter: Verführung und Gefangenendilemma, List Forum, Band 10, Nr. 2, S. 69 - 102.
- Bonus, H. (1981a)*: Emissionsrechte als Mittel der Privatisierung öffentlicher Ressourcen aus der Umwelt, in: *Wegehenkel, L. (Hrsg.): Marktwirtschaft und Umwelt*, Mohr Siebeck, Tübingen, S. 54 - 77.
- Bonus, H. (1981b)*: Wettbewerbspolitische Implikationen umweltpolitischer Instrumente, in: *Gutzler, H. (Hrsg.): Umweltpolitik und Wettbewerb*, Nomos, Baden-Baden, S. 109-121.
- Bonus, H. (1990)*: Preis- und Mengenlösungen in der Umweltpolitik, Jahrbuch für Sozialwissenschaften, Nr. 41, S. 343 - 358.

- Bonus, H./Häder, M. (1998):* Zertifikate und Neue Institutionenökonomik, Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Sonderheft 9, S. 32 - 44.
- Bonus, H./Niebaum, H. (1998):* Voraussetzungen für Umweltzertifikate in Deutschland, Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Sonderheft 9, S. 225 - 234.
- Boom, J. T./Nentjes, A. (2003):* Alternative design options for emissions trading: a survey and assessment of the literature, in: *Faure, M./Gupta, J./Nentjes, A. (Hrsg.):* Climate Change and the Kyoto Protocol, Cheltenham, Northampton, S. 45 - 67.
- Boudreaux, D. J. (1994):* The Coase Theorem, in: *Boettke, P. J. (Hrsg.):* The Elgar Companion to Austrian Economics, Edward Elgar, Cheltenham u. a.
- Böhringer, C. (2010):* 1990-2010: Eine Bestandsaufnahme von zwei Jahrzehnten europäischer Klimapolitik, Perspektiven der Wirtschaftspolitik, Heft 11, Nr. 1, S. 56 - 74.
- Böhringer, C./Schwager, R. (2003):* Die Ökologische Steuerreform in Deutschland – ein umweltpolitisches Feigenblatt, Perspektiven der Wirtschaftspolitik, Heft. 4, Nr. 2, S. 211 - 222.
- Böhringer, C./Lange, A./Moslener, U. (2005):* Der EU-Emissionshandel im Zielkonflikt zwischen Effizienz, Kompensation und Wettbewerbsneutralität, Perspektiven der Wirtschaftspolitik, Heft 6, Nr. 3, S. 309 - 323.
- Böventer, E. et al. (2003):* Einführung in die Mikroökonomie, 9. Aufl., Oldenburg Verlag, München, S. 57-74.
- Bradley, R. et al. (2007):* Slicing the Pie: Sector-Based Approaches to International Climate Agreements, World Resources Institute, Washington.
- Brennan, T. J. (2006):* Green Perspectives as regulatory policy instruments, Ecological economics, Vol. 56, S. 144 - 154.
- Brockmann, K. et al. (2000):* Der Handel mit Treibhausgasen in der Europäischen Union, Diskussionsbeitrag zum Grünbuch des ZEW und des Ökoinstituts im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Berlin/Darmstadt.
- Broecker, W. S. (1989):* The Biggest Chill, in: *White, J. C. (Hrsg.):* Global Climate Change Linkages, Elsevier, New York, S. 13 - 22.
- Broecker, W. S. (1997):* Thermohaline Circulation, the Achilles`Heel of Our climate system: Will Man-Made CO₂ upset the current balance?, Science, Vol. 278, S. 1582 - 1588.
- Buchholz, W./Schumacher, J. (2009):* Die Wahl der Diskontrate, in: *Weimann, J. (Hrsg.):* Diskurs Klimapolitik, Metropolis, Marburg.

- Bundesgerichtshof (2004)*: Urteil vom 30. 11. 2004 - XI ZR 200/03, abrufbar unter: <http://lexetius.com/2004,3267>, abgerufen am 26.04.2013.
- Bundeskabinett (2007)*: Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, abrufbar unter: <http://www.bmu.bund.de/klimaschutz/downloads/doc/39875.php>, abgerufen am: 22.04.2010.
- Bushnell, J./Peterman, C./Wolfram, C. (2008)*: Local Solutions to Global Problems: Climate Change Policies and Regulatory Jurisdiction, Review of Environmental Economics and Policy, Vol. 2, Nr. 2, S. 175 - 193.
- Cames, M./Deuber, O. (2004)*: Emissionshandel im internationalen zivilen Luftverkehr, Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Institut für angewandte Ökologie, Berlin.
- Cansier, D. (1996)*: Umweltökonomie, 2. Aufl., Lucius & Lucius, Stuttgart.
- Cansier, D. (1998)*: Ausgestaltungsformen handelbarer Emissionsrechte und ihre politische Durchsetzbarkeit, Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Sonderheft 9, S. 97 - 112.
- Carraro, C./Siniscalco, D. (1993)*: Strategies for the International Protection of the Environment, Journal of Public Economics, Vol. 52, No. 3, S. 309-328.
- CCSP (2008)*: Abrupt Climate Change. A report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research, U.S. Geological Survey, Reston, VA.
- CE Delft et al. (2006)*: Greenhouse Gas Emissions for Shipping and Implementation Guidance for the Marine Fuel Sulphur Directive, CE Publication, Delft.
- Chander, P./Tulkens, H. (1992)*: Theoretical Foundations of Negotiations and Cost Sharing in Transfrontier Pollution Problems, European Economic Review, Vol. 36, No. 2 - 3, S. 388 - 399.
- Clausnitzer, K.-D. (2011)*: Erfolgskontrolle des Pilotprojekts CO₂-Reduktionszertifikate - Modellregion Emsland, Abschlussbericht, Bremer Energie Institut, Bremen.
- Cline, W. R. (1992)*: The Economics of Global Warming, Institute for international Economics, Washington, D. C.
- Coase, R. H. (1960)*: The Problem of Social Cost, Journal of Law and Economics, Vol. 3, S. 1 - 44.
- Convery, F. J. (2009)*: Reflections - The Emerging Literature on Emissions Trading in Europe, Review of Environmental Economics and Policy, Vol. 3, No. 1, S. 121 - 137.
- Convery, F. J./Redmond, L. (2007)*: Market and Price Developments in the European Union Emissions Trading Scheme, Review of Environmental Economics and Policy, Vol. 1 No. 1, S. 88 - 111.

- Convery, F. J./Ellerman, D./De Perthuis, C. (2008):* The European Carbon Market in Action: Lessons from the first trading period, Interim report, MIT CEEPR Working Paper 2008-002, Cambridge, MA.
- Copeland, B. /Taylor, S. (2005):* Free trade and global warming: a trade theory view of the Kyoto Protocol, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 49, S. 205 - 234.
- Cornes, R. (1993):* Dyke Maintenance and other Stories: Some neglected Types of Public Goods, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108, No. 1, S. 259 - 271.
- Cornes, R./Sandler, T. (1984):* Easy Riders, joint Production, and Public Goods, *The Economic Journal*, Vol. 94, S. 580 - 598.
- Costanza, R. et al. (1997):* The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital, *Nature*, Vol. 387, S. 253 - 260.
- CPI (2011):* Informationsinstrumente zur Förderung von Energieeinsparungen im Wohngebäudebestand, CPI Report, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin.
- Cramton, P./Kerr, S. (2002):* Tradeable carbon permit auctions: How and why to auction not grandfather, *Energy Policy*, Vol. 30, S. 333 - 345.
- Crocker, T. D. (1966):* The structuring of atmospheric pollution control systems, in: *Wolozin, H. (Hrsg.): The Economics of Air Pollution*, Norton, New York.
- Cropper, M. L./Oates, W. E. (1992):* Environmental Economics: A survey, *Journal of Economic Literature*, Vol. 30, S. 675 - 740.
- Dales, J. (1968):* Pollution, Property and Prices, University Press, Toronto.
- Daly, H. E. (1987):* The Economic Growth Debate: What Some Economists Have Learned But Many Have Not, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 14, S. 323 - 336.
- Dean, J. M. (1992):* Trade and the Environment: A Survey of the Literature, Policy Research Working Papers World Development Report, WPS 966, The World Bank, Washington D.C., abrufbar unter: http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP-/IB/1992/-08/01/000009265_3961003065706/Rendered/PDF/multi_page.pdf, abgerufen am: 01.02.2013.
- DEFRA (2008):* Synthesis Report on the Findings from DEFRA's Pre-Feasibility Study into Personal Carbon Trading, Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.
- DEHSt (2005):* Implementation of Emissions Trading in the EU: National Allocation Plans of all EU-States - Brief fact sheets of EU member state allocation plans, Veröffentlichung der Deutschen Emissionshandelsstelle, abrufbar unter: <http://www.dehst.de/DE/Service->

/Publikationen/publikationen_node.html?gtp=1794774dokumente%253D3, abgerufen am: 24.03.2011.

DEHSt (2013a): Europäischer Emissionshandel 2013-2020, Fact Sheet vom 06.02.2013, Deutsche Emissionshandelsstelle, abrufbar unter: http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Fact_Sheet-EH_2013-2020.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am: 10.03.2013.

DEHSt (2013b): Deutsche Versteigerungen von Emissionsberechtigungen Periodischer Bericht: Erstes Quartal 2013, abrufbar unter: http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Auktionierung_2013_Quartal_01.pdf;jsessionid=7E8C056-E21DCB2E7FFFB819D13DC53D9.2_cid284?__blob=publicationFile, abgerufen am: 11.03.2014.

DEHSt (2013c): Deutsche Versteigerungen von Emissionsberechtigungen Periodischer Bericht: Zweites Quartal 2013, abrufbar unter: http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Auktionierung_2013_Quartal_02.pdf;jsessionid=7E8C056-E21DCB2E7FFFB819D13DC53D9.2_cid284?__blob=publicationFile, abgerufen am: 11.03.2014.

DEHSt (2013d): Deutsche Versteigerungen von Emissionsberechtigungen Periodischer Bericht: Drittes Quartal 2013, abrufbar unter: http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Auktionierung_2013_Quartal_03.pdf;jsessionid=7E8C056-E21DCB2E7FFFB819D13DC53D9.2_cid284?__blob=publicationFile, abgerufen am: 11.03.2014.

DEHSt (2013e): Deutsche Versteigerungen von Emissionsberechtigungen Periodischer Bericht: Viertes Quartal 2013, abrufbar unter: http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Auktionierung_2013_Quartal_04.pdf;jsessionid=7E8C056E21DCB2E7FFFB819D13DC53D9.2_cid284?__blob=publicationFile, abgerufen am: 11.03.2014.

Demsetz, H. (1967): Towards a Theory of Property Rights, American Economic Review, Vol. 57, S. 347 - 359.

DENA (2011): Hausbesitzer sanieren immer weniger, Pressemitteilung vom 23.08.2011, abrufbar unter: <http://www.dena.de/infos/presse/pm-archiv/pressemeldung/hausbesitzer-sanieren-immer-weniger>, abgerufen am: 09.09.2011.

Deutsche Bundesbank (2013): Statistik über Wertpapierinvestments, Februar 2013, abrufbar unter: http://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Downloads/Statistiken/Geld_Und_-

Kapitalmaerkte/Wertpapierbestaende/depot_aktuelle_daten.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am: 23.04.2013.

Deutscher Bundestag (1988): Erster Zwischenbericht der Enquete-Kommission Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre, Drucksache 11/3246, Bonn, abrufbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/11/032/1103246.pdf>, abgerufen am: 02.06.2012.

Deutscher Bundestag (2000): Unterrichtung durch die Bundesregierung, Nationales Klimaschutzprogramm Fünfter Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO₂-Reduktion“, Drucksache 14/4729, abrufbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/14/047-/1404729.pdf>, abgerufen am: 02.06.2012.

Diefenbach, N. et al. (2010): Datenbasis Gebäudebestand: Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand, Forschungsbericht 03/10, Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt, abrufbar unter: http://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht_Daten-basis.pdf, abgerufen am: 03.10.2011.

Dietz, T./Ostrom, E./Stern, P. C. (2003): The struggle to govern the commons, Science, Vol. 302, S. 1907 - 1912.

Di Maria, C./van der Werf, E. (2006): Carbon Leakage Revisited: Unilateral Climate Policy with Directed Technical Change, Fondazione Eni Enrico Mattei, Nota di Lavoro 94.2006, Tilburg University, Tilburg, abrufbar unter: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/12056/1/wp060094.pdf>, abgerufen am: 01.02.2013.

Doll, C. et al. (2012a): Ermittlung der Klimaschutzwirkung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung IEKP und Vorschlag für ein Konzept zur kontinuierlichen Überprüfung der Klimaschutzwirkung des IEKP, Arbeitspaket 1: Qualitative Einschätzung der Instrumente im Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP), in: *UBA (Hrsg.): Climate Change 01/2012*, Dessau.

Doll, C. et al. (2012b): Ermittlung der Klimaschutzwirkung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung IEKP und Vorschlag für ein Konzept zur kontinuierlichen Überprüfung der Klimaschutzwirkung des IEKP - Arbeitspaket 2: Entwicklung eines Monitoringkonzepts für das Integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP), in: *UBA (Hrsg.): Climate Change 02/2012*, Dessau.

Doll, C. et al. (2012c): Ermittlung der Klimaschutzwirkung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung IEKP und Vorschlag für ein Konzept zur kontinuierlichen Überprüfung der Klimaschutzwirkung des IEKP - Arbeitspaket 3: Beschreibung des Monitoringtools für das Integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP), in: *UBA (Hrsg.): Climate Change 03/2012*, Dessau.

- Dröge, S. (2009):* Tackling Leakage in a World of Unequal Carbon Prices - Climate Strategies Report, Cambridge: Climate Strategies, abrufbar unter: <http://www.climatestrategies.org/research/our-reports/category/32/153.html>, abgerufen am: 01.02.2013.
- Dröge, S. (2010):* Die Ergebnisse der Klimakonferenz in Kopenhagen – Wie weiter in der internationalen Klimapolitik, Politische Studien 430, Vol. 61, S. 64 - 74.
- Dukes, J. S. (2003):* Burning Buried Sunshine: Human Consumption of Ancient Solar Energy, Climate Change, Vol. 61, S. 31 - 44.
- Dutschke, M./Michaelowa, A. (1998):* Der Handel mit Emissionsrechten für Treibhausgase, HWWA Report 187, HWWA-Institut für Wirtschaftsforschung, Hamburg.
- Easterling, W./Aggarawal, P. (2007):* Food, fibre and forest products, in: *Parry, M. et al. (Hrsg.): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, S. 273 - 313.
- Edenhofer, O. et al. (2014):* Technical Summary, in: *IPCC (Hrsg.): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, Cambridge, New York, S. 1 -99.
- Edmonds, J./Smith, S. J. (2006):* The Technology of Two Degrees, in: *Schellnhuber, H.-J. (Hrsg.): Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge University Press, New York, S. 385 - 392.
- EEWärmeG (2011):* Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), in der Fassung vom 07.08.2008, in: Bundesgesetzblatt I, S. 1658, zuletzt geändert am: 22.10.2011, in: Bundesgesetzblatt I, S. 3044, abrufbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/-eew_rmeg/gesamt.pdf, abgerufen am: 21.03.2013.
- Eger, T./Weise, P. (1998):* Gutscheine und Zertifikate, in: Tietzel, M. (Hrsg.): *Ökonomische Theorie der Rationierung*, Vahlen, München, S. 33-75.
- Ehrmann, M. (2011):* Emissionshandel: Aktuelle rechtliche Probleme in der dritten Zuteilungsperiode, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, Jg. 61, Heft 1/2, S. 116 - 120.
- Eichner, T./Pethig, R. (2011):* Carbon Leakage, the green paradox and perfect future markets, *International Economic Review*, Vol. 52, No. 3, S. 767 - 805.
- Ellerman, A. D./Buchner, B. K. (2007):* The European Union Emissions Trading Scheme: Origins, Allocation, *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 1, No. 1, S. 66 - 87.
- Ellis, R. (1991):* Men and Whales, Robert Hale, London.

- Endres, A. (2008):* Ein Unmöglichkeitstheorem für die Klimapolitik?, Perspektiven der Wirtschaftspolitik, Band 9, Heft 3, S. 350 - 382.
- Endres, A./Martensen, J. (2007):* Mikroökonomie, W. Kohlhammer, Stuttgart.
- EnEG (2009):* Energieeinsparungsgesetz (EnEG), in der Fassung vom 01.09.2005, in: Bundesgesetzblatt I, S. 2684, zuletzt geändert am: 28.03.2009, in: Bundesgesetzblatt I, S. 643, abrufbar unter: <http://www.gesetze-iminternet.de/bundesrecht-/eneg/gesamt.pdf>, abgerufen am: 31.03.2013.
- EnEV (2009):* Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (EnEV 2009), abrufbar unter: http://www.enev-online.org/enev_2009_volltext/index.htm, abgerufen am 19.09.2011.
- Ensling, A./Hinz, E. (2006):* Energetische Sanierung und Wirtschaftlichkeit – Eine Untersuchung am Beispiel des „Brunckviertels“ in Ludwigshafen, Institut für Wohnen und Umwelt (IWU), Forschungsbericht 02/06, Darmstadt.
- Environmental Audit Committee (2008):* Personal Carbon Trading, The Stationery Office, London.
- Erwingmann, D. et al. (2005):* Emissionshandel im Verkehr: Ansätze für einen möglichen Up-Stream-Handel im Verkehr, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Texte 22/05, Umweltbundesamt, Dessau.
- EU (2005):* Grünbuch über Energieeffizienz oder Weniger kann mehr sein, Europäische Kommission, KOM (2005) 265, Europäische Kommission, Brüssel.
- EU (2008):* The Climate Action and Renewable Energy Package, Europe's Climate Change Opportunity, abrufbar unter: http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm, abgerufen am: 16.06.2010.
- EU-Emissionshandelsrichtlinie (2003):* Richtlinie 2003/87/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 13.10.2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates, in: Amtsblatt der Europäischen Union L 140/63.
- EU-Emissionshandelsrichtlinie (2009):* Richtlinie 2009/29/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23.04.2009 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten, in: Amtsblatt der Europäischen Union L 140/63.
- EU-Energieeffizienzrichtlinie (2003):* Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, in: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 1/65.

- EU-Kommission (2007)*: Emissions trading: EU-wide cap for 2008-2012 set at 2.08 billion allowances after assessment of national plans for Bulgaria, abrufbar unter: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1614>, abgerufen am: 02.06.2012.
- EU-Kommission (2010)*: Beschluss der Kommission vom 24.09.2009 zur Festlegung eines Verzeichnisses der Sektoren und Teilsektoren, von denen angenommen wird, dass sie einem erheblichen Risiko einer Verlagerung von CO₂-Emissionen ausgesetzt sind, abrufbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:001:0010:0018.de.-pdf>, abgerufen am: 10.03.1013.
- EU-Kommission (2011)*: Guidance on carbon leakage, Guidance Document No. 5 on the harmonized free allocation methodology for the EU-ETS post 2012, abrufbar unter: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/benchmarking/docs/gd5_carbon_leakage_en.pdf, abgerufen am: 03.02.2012.
- EU-Luftverkehrsrichtlinie (2008)*: Richtlinie 2008/101/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19.11.2008 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Einbeziehung des Luftverkehrs in das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft, in: Amtsblatt der Europäischen Union L 8/3.
- EU-Ökodesign-Richtlinie (2009)*: Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.10.2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte, in: Amtsblatt der Europäischen Union L 285/10.
- Farrell, J./Rabin, M. (1996)*: Cheap Talk, Journal of Economic Perspectives, Vol. 10, No. 3, S. 103 - 118.
- Farzin, Y. H. (1996)*: Optimal pricing of environmental and natural resource use with stock externalities, Journal of Public Economics, Vol. 62, S. 31 - 57.
- Fawcett, T. (2010)*: Personal Carbon Trading: A policy ahead of its time?, Energy Policy, Vol. 38, S. 6868 - 6876.
- Fees, E. (2007)*: Umweltökonomie und Umweltpolitik, 3. Aufl., Vahlen, München.
- Felder, S./Rutherford, T. F. (1993)*: Unilateral CO₂ reductions and carbon leakage: The consequences of international trade in oil and basic materials, Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 25, S. 162 - 176.
- Finus, M. (2008)*: Game theoretic research on the design of international environmental agreements: insights, critical remarks and future challenges, International Review of Environmental and Resource Economics, Vol. 39, S. 357 - 377.

- Flannery, T. (2007)*: Wir Wettermacher, Fischer, Frankfurt am Main.
- Fleming, D. (1997)*: Tradable Quotas: Using Information Technology to Cap National Carbon Emissions, *European Environment*, Vol. 7, No. 5, S. 139 - 148.
- Fleming, D. (2006)*: Energy and the Common Purpose. Descending the Energy Staircase with Tradable Energy Quotas, *The Lean Economy Connection*, London.
- Frankel, J. A. (2003)*: The Environment and Globalization, National Bureau of Economic Research, Working Paper 10090, abrufbar unter: http://www.wiso.uni-hamburg.de/uploads/media/13-Frankel_2003.pdf, abgerufen am: 01.02.2013.
- Frey, B./Kucher, M. (1998)*: Umweltmoral oder Umweltökonomie?, in: *Altner, G. et al. (Hrsg.): Jahrbuch Ökologie 1999*, C. H. Beck, München, S. 11 - 21.
- Fritsch, M. (2011)*: Marktversagen und Wirtschaftspolitik, 8. Aufl., Vahlen, München.
- Fromm, O./Hansjürgens, B. (1998)*: Zertifikatemärkte der zweiten Generation – Die amerikanischen Erfahrungen mit dem Acid Rain- und dem RECLAIM-Programm, *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*, Sonderheft 9, S. 150 - 165.
- Fudenberg, D./Maskin, E. (1986)*: The Folk Theorem in Repeated Games with Discounting or with incomplete Information, *Econometrica*, Vol. 54, No. 3, S. 533 - 554.
- Gardiner, S. M. (2004)*: Ethics and global climate change, *Ethics*, Vol. 114, Nr. 3, S. 555 - 600.
- Gardiner, S. M. (2006)*: A Core Precautionary Principle, *The Journal of Political Philosophy*, Vol. 14, Nr. 1, S. 33 - 60.
- Gawel, E. (1998)*: Akzeptanzprobleme von Zertifikaten, *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*, Sonderheft 9, S. 113 - 134.
- GB0 (2011)*: Grundbuchordnung (GB0), in der Fassung vom 26. 05. 1994, in: *Bundesgesetzblatt I*, S. 1114, zuletzt geändert am 15.12.2011, in: *Bundesgesetzblatt I*, S. 2714.
- Gerlagh, R. O./Kuik, O. (2007)*: Carbon leakage with international technology spillovers, *Nota di Lavoaro*, Nr. 33.2007, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano.
- Gesamtverband des deutschen Brennstoff- und Mineralölhandels (2013a)*: Aktuelle Marktdaten für die BRD, abrufbar unter: <http://www.brennstoffhandel.de/marktdaten,0,0,0,0,0.html>, abgerufen am: 03.05.2013.
- Gesamtverband des deutschen Brennstoff- und Mineralölhandels (2013b)*: Brennstoffkosten Januar 2013, abrufbar unter: http://brennstoffhandel.de/index.php?coent=news&cs_go=archiv&cs_id=3906, abgerufen am: 03.05.2013.

- Golombek, R./Hagem, C./Hoel, M. (1995):* Efficient incomplete international climate agreements, *Resource and Energy Economics*, Vol. 17, S. 25 - 46.
- Goodstein, E. (2008):* Economics and the Environment, 5. Aufl., Wiley & Sons, Hoboken.
- Gordon, S. (1954):* The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery, *Journal of Political Economy*, Vol. 62, No. 2, S. 124 - 142.
- Goulder, L. H./Parry, I. W. H. (2008):* Instrument Choice in Environmental Policy, *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 2, No. 2, S. 152 - 174.
- Greening, L. A. et al. (2000):* Energy Efficiency and Consumption – The Rebound Effect – A Survey, *Energy Policy*, Vol. 28, No. 6 - 7, S. 389 - 401.
- Guyer, M./Rapoport, A. (1970):* Threat in a two-person game, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol. 6, No. 1, S. 11 - 26.
- Gürtzgen, M./Rauscher, M. (2000):* Environmental Policy, Intra-Industry Trade and Transfrontier Pollution, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 17, No. 1, S. 59 - 71.
- Hansen, J. (2004):* Defusing the global warming time bomb, *Scientific American*, Band 290, Heft 3, S. 68 - 77.
- Hardin, G. (1968):* The tragedy of the commons, *Science*, Vol. 162, S. 1243 - 1248.
- Harrison, G. W./Hirshleifer, J. (1989):* An Experimental Evaluation of Weakest Link/Best Shot Models of Public Goods, *Journal of Political Economy*, Vol. 97, S. 201 - 225.
- Hartwig, K.-H./Luttmann, J./Badura, S. (2008):* Emissionshandel für PKW – Eine ökologische und ökonomische Alternative zu CO₂-Grenzwerten, in: *Loerwald, D./Wiesweg, M./Zoerner, A (Hrsg.), Ökonomik und Gesellschaft*, VS, Wiesbaden, S. 18 - 34.
- Häder, M. (2010):* Klimaschutz in Deutschland - eine ökonomische Konsistenzanalyse der Rahmenbedingungen für den Strommarkt, *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, Heft 34, S. 11 - 19.
- Heckathorn, D. D. (1989):* Collective Action and the Second-Order Free-Rider Problem, *Rationality and Society*, Vol. 1, S. 78 - 100.
- Heister, J. et al. (1991):* Umweltpolitik mit handelbaren Emissionsrechten: Möglichkeiten zur Verringerung der Kohlendioxid- und Stickoxidemissionen, *Kieler Studien*, Band 237, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- HeizkostenV (2009):* Verordnung über die verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten (Verordnung über Heizkostenabrechnung - HeizkostenV), in der Fassung vom: 5.10.2009, in: *Bundesgesetzblatt I*, S. 3250.
- Hillman, M. (1998):* Carbon Budget Watchers, *Town and Country Planning*, Vol. 67, No. 9, S. 305.

- Hirshleifer, J. (1983):* From weakest-link to best-shot: The voluntary provision of public goods, *Public Choice*, Vol. 41, No. 3, S. 371 - 386.
- Hobbs, B. F./Bushnell, J./Wolak, F. A. (2010):* Upstream vs. Downstream CO₂ trading: A comparison for the electricity context, *Energy Policy*, Vol. 38, S. 3632 - 3643.
- Hochman, H. M./Rodgers, J. D. (1969):* Pareto Optimal Redistribution, *American Economic Review*, Vol. 59, No. 4, Part 1, S. 542 - 557.
- Hoel, M. (1991):* Global Environment Problems: The Effects of Unilateral Actions Taken by One Country, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 20, S. 55 - 70.
- Hoel, M. (1992):* International Environment Conventions: The Case of Uniform Reductions of Emissions, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 2, No. 2, S. 141 - 159.
- Hoel, M. (1996):* Should a carbon tax be differentiated across sectors?, *Journal of Public Economics*, Vol. 59, S. 17 - 32.
- Hoel, M. (2001):* International Trade and the Environment: How to Handle Carbon Leakage, in: *Folmer, H. (Hrsg.): Frontiers of Environmental Economics*, Elgar, Cheltenham, S. 176 - 191.
- Hoel, M./Kverndokk, S. (1996):* Depletion of fossil fuels and the impacts of global warming, *Resource and Energy Economics*, Vol. 18, S. 115 - 136.
- Hohenstein, C. et al. (2002):* Zertifikatehandel im Verkehrsbereich als Instrument zur CO₂-Reduzierung unter Berücksichtigung von Interdependenzen mit anderen Lenkungsinstrumenten und unter Gewährleistung der Kompatibilität zur EU-Gesetzgebung, Kurz-Studie im Auftrag des Rates für Nachhaltige Entwicklung, PricewaterhouseCoopers AG (PwC), Berlin.
- Hopfensperger, G./Noack, B./Onischke, S. (2009):* EnEV-Novelle 2009 und neue Heizkostenverordnung, Haufe Mediengruppe, München.
- Houghton, J. (2009):* Global Warming. The Complete Briefing, 4. Aufl., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Hourcade, J./Neuhoff, K./Sato, M./Demailly, D. (2007):* Climate Strategies Report: Differentiation and Dynamics of EU ETS Industrial Competitiveness Impacts, Climate Strategies, abrufbar unter: <http://www.eprg.group.cam.ac.uk/wpcontent/uploads/2008/11/competitiveness-finalreport-pdf>, abgerufen am: 22.05.2009.
- Hulme, M. (2009):* Why we disagree about climate change: Understanding controversy, inaction and opportunity, Cambridge University Press, New York.

- ICAP (2014): Emissions Trading Worldwide, Status Report 2014, International Carbon Action Partnership, abrufbar unter: <https://icapcarbonaction.com/news-archive/209-emissions-trading-worldwide-icap-status-report-2014> , abgerufen am: 12.03.2014.
- IEA (2009a): World Energy Outlook, International Energy Agency, Paris.
- IEA (2009b): Sectoral Approaches in Electricity, Building Bridges to a safe Climate, IEA, Paris.
- IEA (2013a): World Energy Outlook, Special Report 2013: Redrawing the Energy Climate Map, abrufbar unter: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,-38764,en.html>, abgerufen am: 26.01.2014.
- IEA (2013b): World Energy Outlook, International Energy Agency, abrufbar unter: <http://www.iea.org/W/bookshop/add.aspx?id=455>, abgerufen am: 22.01.2014.
- IEEP (2005): Service Contract to carry out economic analysis and business impact assessment of CO₂ emissions reduction measures in the automotive sector, Institute for European Environmental Policy, Brüssel, abrufbar unter: http://ec.europa.eu/clima/policies-transport/vehicles/-docs/cars_ia_final_report_en.pdf, abgerufen am: 12.11.2012.
- International Union of Pure and Applied Chemistry (2011): Periodic Table, abrufbar unter: <http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AtWt/table.html>, abgerufen am: 25.05.2011.
- IPCC (2000): Special Report on Emissions Szenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change, Institute for Global Environmental Strategies, abrufbar unter: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>, abgerufen am: 22.12.2011.
- IPCC (2007): Summary for Policymakers, in: *Solomon, S. et al. (Hrsg.): The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- IPCC (2013): Summary for Policymakers, in: *Stocker, T. et al. (Hrsg.): Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- IWU (2007): Energieeffizienz im Wohngebäudebestand: Techniken, Potenziale, Kosten und Wirtschaftlichkeit, Eine Studie im Auftrag des Verbandes der Südwestdeutschen Wohnungswirtschaft e.V., Institut für Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt.

- Jones, T./Oliveira Martins, J. (2001):* Comments on: Environmental Regulation, Multinational Companies and International Competitiveness, in: *Welfens, P. (Hrsg.): Internationalization of the Economy and Environmental Policy Options*, Springer, Berlin u. a., S. 59 - 78.
- Jordan, A./O'Riordan, T. (1999):* The Precautionary Principle in Contemporary Environmental Policy and Politics, in: *Raffensberger, C./Tickner, J. (Hrsg.): Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle*, Island Press, Washington, D. C., S. 15 - 35.
- Junkernheinrich, M. (1998):* Handelbare Emissionsrechte im verkehrspolitischen Instrumentenmix, *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*, Sonderheft 9, S. 209 - 221.
- Kallbekken, S./Rive, N. (2006):* Why Delaying Emission Cuts is a Gamble, in: *Schellnhuber, H.-J. (Hrsg.): Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge University Press, New York, S. 311 - 315.
- Kampman, B./Davidson, M. A./Faber, J. (2008):* Emissions trading and fuel efficiency regulation in road transport, Report 5896, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.
- Kaul, I./Grunberg, I./Stern, M. (1999):* Defining Global Public Goods, in: *Kaul, I. et al. (Hrsg.): Global Public Goods: International Cooperation in the 21st Century*, Oxford University Press, New York, S. 2 - 19.
- Kehr- und Überprüfungsordnung (2009):* Kehr- und Überprüfungsordnung, in der Fassung vom: 16.06.2009, in: *Bundesgesetzblatt I*, S. 1292, zuletzt geändert am: 08.04.2013, in: *Bundesgesetzblatt I*, S. 760, abrufbar unter: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht-k_o/gesamt.pdf, abgerufen am: 03.05.2013.
- Kemper, M. (1993):* Das Umweltproblem in der Marktwirtschaft, 2 Aufl., Duncker und Humblot, Berlin.
- Keohane, N. O. (2009):* Cap and Trade, Rehabilitated: Using Tradable Permits to Control U.S. Greenhouse Gases, *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 3, No. 1, S. 42 - 62.
- KfW/ZEW (2011):* KfW/ZEW CO₂ Barometer 2011, KfW Bankengruppe und Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, abrufbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/co2panel/CO2Barometer2011.pdf>, abgerufen am: 10.03.2014.
- KfW/ZEW (2012):* KfW/ZEW CO₂ Barometer 2012, KfW Bankengruppe und Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, abrufbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/co2panel/CO2Barometer2012.pdf>, abgerufen am: 10.03.2014.

- KfW/ZEW (2013)*: KfW/ZEW CO₂ Barometer 2013, KfW Bankengruppe und Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, abrufbar unter: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/co2panel/CO2Barometer2013.pdf>, abgerufen am: 10.03.2014.
- Khazzoum, J. D. (1980)*: Economic Implications of Mandated Efficiency in Standards for Household Appliances, *The Energy Journal*, Vol. 1, No. 4, S. 21 - 40.
- Klein, R. J. T./Huq, S. (2007)*: Inter-Relationships between adaption and mitigation, in: *Metz, B. et al. (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, Cambridge New York, S. 745 - 777.
- Klemperer, P. (2004)*: Auctions, Princeton University Press, Princeton.
- Klimarahmenkonvention (1992)*: Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, in der Fassung vom 09.05.1992, in: Bundesgesetzblatt II 1993, S. 1783.
- Klose, B. (2008)*: Meteorologie: Eine interdisziplinäre Einführung in die Physik der Atmosphäre, Springer-, Berlin, Heidelberg.
- Kortenjann, A. (2008)*: Ablass für Abgas – Selbstanzeige oder Fehlanzeige in: *Loerwald, D./Wiesweg, M./Zoerner, A. (Hrsg.), Ökonomik und Gesellschaft*, VS, Wiesbaden, S. 35 - 49.
- Krol, G.-J. (2001)*: Ökonomische Bildung ohne Ökonomik? Zur Bildungsrelevanz des ökonomischen Denkansatzes, abrufbar unter: <http://www.sowi-online-journal.de/2001-1/krol.htm>, abgerufen am: 23.08.2007.
- Krol, G.-J./Karpe, J. (1999)*: Ökonomische Aspekte von Nachhaltigkeit: Die Umweltproblematik aus sozioökonomischer Sicht, LIT, Münster.
- Kyoto-Protokoll (1997)*: Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, in der Fassung vom: 11.12.1997, in: Bundesgesetzblatt II 2002, S. 966.
- Lahno, B. (1995)*: Versprechen: Überlegungen zu einer künstlichen Tugend, Oldenbourg, München.
- Lahno, B. (2002)*: Der Begriff des Vertrauens, mentis, Paderborn.
- Lambrecht, U. et al. (2003)*: Flexible Instrumente der Klimapolitik im Verkehrsbereich: Weiterentwicklung und Bewertung von konkreten Ansätzen zur Integration des Verkehrssektors in ein CO₂-Handelssystem, Endbericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg, Heidelberg u. a.

- Landesinnungsverband Schornsteinfegerhandwerk Hessen (2008)*: Schornsteinfeger fordern, Privathaushalte am Emissionshandel zu beteiligen, Pressemittlung, abrufbar unter: http://www.schornsteinfeger-liv-hessen.de/bilder_he/files/20080628modellprojektid-steinco2-final.pdf, abgerufen am: 30.12.2011.
- Lange, A. et al. (2010)*: On the self-Interested use of equity in international climate negotiations, *European Economic Review*, Vol. 54, S. 359 - 375.
- Lange, M./Bruhn, D. (2007)*: Biokraftstoffe und Emissionen aus Landnutzungsänderungen, Kiel Policy Brief 17, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- Levine, M. et al. (2007)*: Residential and commercial buildings, in: *Metz, B. et al. (Hrsg.): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, Cambridge New York, S. 387 - 446.
- Lind, R. C. (1995)*: Intergenerational equity, discounting, and the role of cost-benefit analysis in evaluating global climate policy, *Energy Policy*, Vol. 23 No. 4/5, S. 379 - 389.
- Lomborg, B. (2001)*: Global Warming, in: *Lomborg, B. (Hrsg.): The Skeptical Environmentalist*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lowe, J. A. (2006)*: The Role of Sea-Level Rise and the Greenland Ice Sheet in Dangerous Climate Change: Implications for the Stabilization of Climate, in: *Schellnhuber, H.-J. (Hrsg.): Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge University Press, New York, S. 29 - 36.
- Maier-Rigaud, G. (1994)*: Umweltpolitik mit Mengen und Märkten: Lizenzen als konstituierendes Element einer ökologischen Marktwirtschaft, Metropolis, Marburg.
- Malberg, H. (2007)*: Meteorologie und Klimatologie: Eine Einführung, 5. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg.
- Markusen, J. (1975)*: International Externalities and Optimal Tax Structures, *Journal of International Economics*, Vol. 5, S. 15 - 29.
- Matthews, H. D./Caldeira, K. (2008)*: Stabilizing climate requires near-zero emissions, *Geophysical Research Letters*, Vol. 35, abrufbar unter: <http://www.agu.org/pubs/crossref/-2008/2007GL032388.shtml>, abgerufen am: 14.07.2011.
- Mäder, C. (2008)*: Kipp-Punkte im Klimasystem – Welche Gefahren drohen?, in: Hintergrundpapier des Umweltbundesamtes, Dessau, abrufbar unter: <http://www.umweltdaten.de/-publikationen/fpdf-l/3283.pdf>, abgerufen am 18.04.2011.

- McCortor, A./Becker, D. (2010)*: World's Worst Pollution Problems Report 2010, Blacksmith Institute, abrufbar unter: www.worstpolluted.org, abgerufen am: 21.06.2011.
- McGuire, M. C./Olson, M. (1996)*: The Economics of Autocracy and Majority Rule, *Journal of Economic Literature*, No. 34, No. 1, S. 72 - 96.
- McKinsey & Company (2007a)*: Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, Studie im Auftrag von BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz, abrufbar unter: http://www.bdi.eu/Publikationen-Flyer_1840.htm, abgerufen am 07.09.2011.
- McKinsey & Company (2007b)*: Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland – Sektorperspektive Gebäude, Studie im Auftrag von BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz, abrufbar unter: http://www.mckinsey.com/en/Client_Service/Sustainability/Latest_thinking/~/_media/McKinsey/dotcom/client_service/Sustainability/cost%20curve%20PDFs/Sektorbericht_Gebäude.ashx, abgerufen am 07.09.2011.
- Meadows, D./Randers, J./Meadows, D. (2009)*: Grenzen des Wachstums - Das 30-Jahre Update, 3. Aufl., Hirzel, Stuttgart.
- Medema, S. G. (1999)*: Legal Fiction: The Place of the Coase Theorem in Law and Economics, *Economics and Philosophy*, Vol. 15, S. 209 - 233.
- Meehl, G. A. (2007)*: Global Climate Projections, in: *Solomon, S. et al. (Hrsg.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, New York, S. 747 - 845.
- Meinshausen, M. (2006)*: What does a 2 °C Target Mean for Greenhouse Gas Concentrations? A Brief Analysis Based on Multi-Gas Emission Pathways and Several Climate Sensitivity Uncertainty Estimates, in: *Schellnhuber, H.-J. (Hrsg.): Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge University Press, New York, S. 265 - 279.
- Meinshausen, M. et al. (2009)*: Greenhouse-gas emission targets for limiting global warming to 2 °C, *Nature*, Vol. 458, S. 1158 - 1163.
- Mendelsohn, R. O./Morrison, W. N./Schlesinger, M. E. et al. (1998)*: Country-specific market impacts of climate change, *Climatic Change*, Vol. 45, S. 553 - 569.
- Messari-Becker, L. (2006)*: Konzept zur nachhaltigen Emissionsminderung bei Wohngebäuden im Bestand unter Einbeziehung von CO₂-Zertifikaten, genehmigte Dissertation der Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.

- Metcalf, G. E. (2009a)*: Designing a Carbon Tax to Reduce U.S. Greenhouse Gas Emissions, Review of Environmental Economics and Policy, Vol. 3, No. 1, S. 63 - 83.
- Metcalf, G. E. (2009b)*: Market –based policy Options to Control U.S. Greenhouse Gas Emissions, Journal of Economic Perspectives, Vol. 23, No. 2, S. 5 - 27.
- Michaelis, P. (2004)*: Handelbare Emissionsrechte im motorisierten Individualverkehr, in: *Döring, R. (Hrsg.)*: Ökonomische Rationalität und praktische Vernunft, Königshausen und Neumann, Würzburg, S. 183 - 196.
- Michaelis, P. (2006)*: CO₂-Emissionslizenzen für Kraftfahrzeuge – Der Vorschlag des Sachverständigenrates für Umweltfragen, Zeitschrift für Umweltrecht, Heft 10, S. 449 - 504.
- Mill, J. S. (2001[1848])*: Principles of Political Economy with some of Their Applications to Social Philosophy, Adamant Media, New York.
- Mishan, E. J. (1993)*: The Costs of Economic Growth, revised edition, Weidenfeld & Nicolson, London.
- Mohr, L./Graichen, V./Schumacher, K. (2009)*: Trade Flows and Cost Structure Analysis for Exposed Industries in the EU-27, Climate Strategies Working Paper, 19.03.2009, Climate Strategies, Cambridge, abrufbar unter: <http://www.climatestrategies.org/component-/reports/category/32/111.html>, abgerufen am: 01.02.2013.
- Monopolkommission (2011)*: Energie 2011: Wettbewerbsentwicklung mit Licht und Schatten, Sondergutachten 59, abrufbar unter: http://www.monopolkommission.de/sg_59/s59_-volltext.pdf, abgerufen am: 24.05.2013.
- Montgomery, W. D. (1972)*: Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs, Journal of Economic Theory, Vol. 5, S. 395 - 418.
- Moyo, D. (2009)*: Dead Aid, Penguin Books, London.
- Müller, C./Tietzel, M. (1998)*: Allmende-Allokationen, in: *Tietzel, M. (Hrsg.)*: Ökonomische Theorie der Rationierung, Vahlen, München, S. 163 - 201.
- Münchener Rück Stiftung (2010)*: Report 2010, abrufbar unter: http://www.munichre-foundation.org/StiftungsWebsite/Publications/de/2010report_Publication_summary.htm, abgerufen am: 07.03.2011.
- Nabuurs, G. J./Masera, O. (2007)*: Forestry, in: *Metz, B. et al. (Hrsg.)*: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, Cambridge, New York, S. 541 - 584.
- Nagel, T. (1991)*: Equality and Partiality, Oxford University Press, Oxford.

- Neuhoff, K. et al. (2011a)*: Energetische Sanierung: Handlungsbedarf auf vielen Ebenen, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Wochenbericht Nr. 34, Berlin.
- Neuhoff, K. et al. (2011b)*: Erfüllung der Ziele des Energiekonzepts für Wohngebäudesanierungen, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Climate Policy Initiative, Brief Mai 2011, Berlin.
- Niemeier, D et al. (2008)*: Rethinking downstream regulation California's opportunity to engage households in reducing greenhouse gases, *Energy Policy*, Vol. 36, S. 3436-3447.
- Nordhaus, W. D. (2007)*: A Review of the Stern Review of Climate Change, *The Journal of Economic Literature*, Vol. 45, S. 686 - 702.
- Nordhaus, W. D. (2011)*: Designing a friendly space for technological change to slow global warming, *Energy Economics*, Vol. 33, S. 665 - 673.
- Nordhaus, W. D./Boyer, J. G. (2000)*: *Warming the World: Economic Models of Global Warming*, Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge, Massachusetts.
- Novikova, A. et al. (2011)*: Beweggründe für Sanierungsentscheidungen – Eine Umfrage unter Ein- und Zweifamilienhausbesitzern, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Climate Policy Initiative Report vom 16.08.2011, Berlin.
- NRC (2004)*: Abrupt Climate Change: Inevitable Surprises, *Population and Development Review*, Vol.30, No. 3, S. 563 - 568.
- OECD (2001)*: *Domestic Transferable Permits for Environmental Management, Design and Implementation*, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
- Olson, M. (1968)*: *Die Logik des kollektiven Handelns*, Mohr Siebeck, Tübingen.
- O'Neil, B./Oppenheimer, M. (2002)*: Dangerous Climate Impacts and the Kyoto Protocol, *Science*, Vol. 296, No. 14, S. 1971 - 1972.
- Ostrom, E. (1990)*: *Governing the Commons: The evolution of institutions for collective action*, Cambridge University Press, New York.
- Ostrom, E. (1998)*: A Behavioral Approach to the rational choice theory of collective action, *American Political Science Review*, Vol. 92, No. 1, S. 1 - 22.
- Ostrom, E. et al. (1999)*: Revisiting the Commons: Local Lessons, Global Challenges, *Science*, Vol. 284, S. 278 - 282.
- o. V. (2013)*: Geldanlage und Altersvorsorge: Weniger Kosten , mehr Rendite, *Finanztest*, Heft 6, S. 26 - 32.

- Paavola, J. (2008):* Governing atmospheric sinks: the architecture of entitlements in the global commons, *International Journal of the Commons*, Vol. 2, No. 2, S. 313 - 336.
- Palfrey, T. R./Rosenthal, H. (1984):* Participation and the Provision of Discrete Public Goods: A Strategic Analysis, *Journal of Public Economics*, Vol. 24, S. 171 - 193.
- Paltsev, S. V. (2001):* The Kyoto Protocol: Regional and sectoral contributions to the carbon leakage, *The Energy Journal*, Vol. 22, S. 53 - 79.
- Parry, M. L./Canziani, O./Palutikof, J. et al. (2007):* Technical Summary, in: *Parry, M. et al. (Hrsg.): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, S. 23 - 78.
- Pädam, S./Johansson, J. (2006):* Emission Trading Systems for New Cars, Report 5607, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.
- Pearce, D. (2003):* The Social Cost of Carbon and its Policy Implications, *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 19, No. 3, S. 362 - 384.
- Petrick, K. (2003):* Markt und Staat im Klimaschutz: Ordnungspolitik und Interventionismus in einem System international handelbarer Emissionsrechte, Tenea, Berlin.
- Pejovich, S. (1997):* The Economic Foundations of Property Rights: Selected Readings, Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Petit, J. R. et al. (1999):* Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica, *Nature*, Vol. 399, S. 429 - 436.
- Pies, I. (2000):* Wirtschaftsethik als ökonomische Theorie der Moral. Zur fundamentalen Bedeutung der Anreizanalyse für ein modernes Ethikparadigma, in: *Gärtner, W. (Hrsg.): Wirtschaftsethische Perspektiven*, Schriften des Vereins für Socialpolitik, Band 228, Berlin, S. 11 - 33.
- Pigou, A. C. (1978 [1932]):* The Economics of Welfare, Wiederabdruck der 4. Aufl., AMS Press, New York.
- Pindyck, R. S. (2007):* Uncertainty in Environmental Economics, *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 1, No. 1, S. 45 - 65.
- Pindyck, R. S./Rubinfeld, D. L. (2003):* Mikroökonomie, 5. Aufl., Pearson Studium, München.
- Pittel, K./Rübbelke, D. T. G. (2005):* Internationale Klimaschutzverhandlungen und sekundäre Nutzen der Klimapolitik, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, Band 6, Heft 3, S. 369 - 383.

- Porter, M. E./van der Linde, C. (1995):* Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9, No. 4, S. 97 - 118.
- Posner, R. (2011):* Economic Analysis of Law, 9. Aufl., Aspen, New York.
- Raffensberger, C./Tickner, J. (1999):* Protecting Public Health and the Environment : Implementing the Precautionary Principle, Island Press, Washington, D. C.
- Rahmstorf, S./Schellnhuber, H.-J. (2006):* Der Klimawandel – Diagnose, Prognose, Therapie, C. H. Beck, München.
- Rapoport, A./Guyer, M. (1966):* A Taxonomy of 2x2 games, *General Systems*, No. 11, S. 203 - 214.
- Rat der Europäischen Union (2002):* Entscheidung 2002/358/EG des Rates vom 25. April 2002 über die Genehmigung des Protokolls von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen im Namen der Europäischen Gemeinschaft sowie die gemeinsame Erfüllung der daraus erwachsenden Verpflichtungen, in: *Amtsblatt der Europäischen Union* L 130/1.
- Rauscher, M. (1994):* On ecological dumping, *Oxford Economic Papers*, Vol. 46, S. 822 - 840.
- Rauscher, M. (2003):* Environmental Policy in Open Economies and Leakage Problems, in: *Böhringer, C./Löschl, A. (Hrsg.):* Empirical modeling of the economy and the environment, *ZEW Economic Studies* 20, Physica, Heidelberg, S. 93 - 115.
- Rawls, J. (1999):* A theory of justice, Oxford University Press, Oxford.
- Raux, C. (2002):* The use of transferable permits in the transport sector, in: *OECD (Hrsg.):* Implementing Domestic Tradable Permits, Recent Developments and Future Challenges, OECD, Paris.
- Raux, C. (2009):* Umweltzertifikate im Verkehrsbereich, Technischer Überwachungsverein Media, Köln.
- Reding, K./Müller, W. (1999):* Einführung in die Allgemeine Steuerlehre, Vahlen, München.
- Rehbinder, E./Schmalholz, M. (2002):* Handel mit Emissionsrechten für Treibhausgase in der europäischen Union, *Umwelt und Planungsrecht*, Jg. 22, Heft 1, S. 1 - 10.
- Reinaud, J. (2004):* Industrial Competitiveness under the European Union Emission Trading Scheme, IEA Information Paper 12.2004, International Energy Agency, Paris, abrufbar unter: http://194.245.121.74/fileadmin/gruppen/bdz/Themen/Umwelt/IEAStudie_112-004.pdf, abgerufen am: 01.02.2013.
- Requate, T. (2006):* Dynamische Anreize umweltpolitischer Instrumente – Ein Überblick, in: *Franz, W. (Hrsg.):* Umwelt und Energie, Mohr Siebeck, Tübingen, S. 125 - 149.

- Richter, R./Furubotn, E. G. (2003):* Neue Institutionenökonomik, 3. Aufl., Mohr Siebeck, Tübingen.
- Rieck, C. (2007):* Spieltheorie, Christian Rieck, Eschborn.
- Ringius, L./Torvanger, A./Underdal, A. (2002):* Burden Sharing and Fairness Principles in International Climate Policy, International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics, Vol. 2, S. 1 - 22.
- Rogall, H. (2008):* Ökologische Ökonomie. Eine Einführung, 2. Aufl., Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Rubio, S./Escriche, L. (2001):* Strategic Pigouvian taxation, stock externalities and polluting non-renewable resources, Journal of Public Economics, Vol. 79, S. 297 - 313.
- Rudolph, S. (2005):* Handelbare Emissionslizenzen – Die politische Ökonomie eines umweltökonomischen Instruments in Theorie und Praxis, Metropolis, Marburg.
- Runge, C. F. (1984):* Institutions and the Free Rider: The Assurance Problem in Collective Action, Journal of Politics, Vol. 46, No. 1, S. 154 - 181.
- RWI (2006):* Möglichkeiten zur Forcierung privatwirtschaftlicher Investitionen in den Wohngebäudebestand, Gutachten im Auftrag von Enertec, Büro für Energie und Technik im Bauwesen, RWI Projektberichte, Essen.
- Samuelson, P. A. (1954):* The Pure Theory of Public Expenditure, The Review of Economics and Statistics, Vol. 36, No. 4, S. 387 - 389.
- Samuelson, W. (1985):* A Comment on the Coase theorem, in: *Roth, A. E. (Hrsg.):* Game Theoretic Models of Bargaining, Cambridge University Press, Cambridge, S. 321 - 339.
- Sandler, T. (1998):* Global and Regional Public Goods: A Prognosis for Collective Action, Fiscal Studies, Vol. 19, No. 3, S. 221 - 247.
- Sandler, T. (2003):* Assessing the Optimal Provision of Public Goods: In Search of the Holy Grail, in: *Kaul, I. et al. (Hrsg.):* Providing Global Public Goods: Managing Globalization, Oxford University Press, New York, S. 131 - 151.
- Sandler, T. (2004):* Global Collective Action, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Schaffhausen, F. (2009):* Klimapolitik in Deutschland, in: *Rudolph, S./Schmidt, S. (Hrsg.):* Der Markt im Klimaschutz, Metropolis, Marburg, S. 151 - 189.
- Schelling, T. C. (1968):* The life you save may be your own, in: *Chase, S. (Hrsg.):* Problems in Public Expenditure Analysis, The Brookings Institution, Washington, D.C.

- Schelling, T. C. (1992):* Some Economics of Global Warming, American Economic Review, Vol. 82, No. 1, S. 1 - 14.
- Schelling, T. C. (2006):* Strategies of Commitment and other Essays, Harvard Univ. Press, Cambridge, London.
- Schelling, T. C. (2011):* The Economics of Global Warming, Newsweek, Ausgabe vom 23.01.2011.
- SchfHwG (2011):* Gesetz über das Berufsrecht und die Versorgung im Schornsteinfegerhandwerk (Schornsteinfeger-Handwerksgesetz – SchfHwG), in der Fassung vom 26.11.2008, in: Bundesgesetzblatt I S. 2242, zuletzt geändert am: 11.07.2011, in: Bundesgesetzblatt I, S. 1341.
- Schleifer, M. (2008):* CO₂-Emissionshandel im Luftverkehr: Strategische Implikationen und operative Gestaltungsmöglichkeiten für die Luftverkehrswirtschaft, VDM, Saarbrücken.
- Schmidt, J. et al. (2008):* Sector-Based Approach to the Post-2012 Climate Change Policy Architecture, Climate Policy No. 8, S. 494 - 515.
- Schneider, S. H./Goulder, L. H. (1997):* Achieving low-cost emissions targets, Nature, Vol. 389, S. 13 - 14.
- Schneider, S. H./Lane, J. (2006):* An Overview of “Dangerous” Climate Change, in: *Schellnhuber, H.-J. (Hrsg.):* Avoiding Dangerous Climate Change, Cambridge University Press, New York, S. 7 - 23.
- Schönwiese, Ch.-D. (1995):* Klimaänderungen - Daten Analysen, Prognosen, Springer, Berlin u. a.
- Schönwiese, Ch.-D. (2003):* Klimatologie, 2. Aufl., Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Schulze, G./Ursprung, H. (2001):* The Empirical Evidence on Trade, Investment, and the Environment, in: *Schulze, G./Ursprung, H. (Hrsg.):* International environmental economics: a survey of the issues, Oxford University Press, Oxford u. a., S. 45 - 61.
- Seabright, P. (1993):* Managing local Commons: Theoretical Issues in incentive Design, Journal of Economic Perspectives, Vol. 7, S. 113 - 134.
- Siebert, H. (2005):* Economics of the Environment, 6. Aufl., Springer, Berlin, Heidelberg.
- Sinclair, P. J. N. (1994):* On the trend of fossil fuel taxation, Oxford Economic Papers, Vol. 46, S. 869 - 877.
- Sinn, H.-W. (1982):* Absatzsteuern, Ölförderung und das Allmendeproblem, in: *Siebert, H. (Hrsg.):* Reaktionen auf Energiepreisssteigerungen, Lang, Frankfurt, S. 83 - 103.
- Sinn, H.-W. (2008a):* Das grüne Paradoxon – Plädoyer für eine illusionsfreie Klimapolitik, Econ, Berlin.

- Sinn, H.-W. (2008b)*: Das grüne Paradoxon: Warum man das Angebot bei der Klimapolitik nicht vergessen darf, Perspektiven der Wirtschaftspolitik, Vol. 9, S. 109 - 142.
- Smith, J. B. et al. (2009)*: Assessing Dangerous Climate Change through an Update of the intergovernmental Panel on Climate Change: Reasons for Concern, Proceedings of the National Academy of Sciences, abrufbar unter: <http://www.pnas.org/content/106/11/4133> doi/10.1073/pnas0812355106, abgerufen am: 04.06.2011.
- Solomon, S. et al. (2007)*: Technical Summary, in: *Solomon, S. et al. (Hrsg.)*: Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, New York, S. 19 - 91.
- Solow, R. M. (1974)*: The Economics of resources or the resources of the economics, American Economic Review, Vol. 64, No. 2, S. 1 - 14.
- Sorell, S. (2007)*: The Rebound Effect: An assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency, Report of the Energy Research Center, University of Sussex, Brighton.
- Sprenger, R. (2001)*: Economic Globalization, FDI, Environment and Employment, in: *Welfens, P. (Hrsg.)*: Internationalization of the Economy and Environmental Policy Options, Springer, Berlin u. a., S. 79 - 120.
- SRU (2002)*: Umweltgutachten 2002 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, Bundestagsdrucksache 14/8792, Berlin.
- SRU (2005)*: Umwelt und Verkehr: Hohe Mobilität – Umweltverträglicher Verkehr, Sondergutachten, Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Berlin.
- SRU (2007)*: Klimaschutz durch Biomasse, Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Sondergutachten, Erich Schmidt, Berlin.
- SRU (2008)*: Umweltgutachten 2008, Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels, Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Erich Schmidt, Berlin.
- Starkey, R./Anderson, K. (2005)*: Domestic Tradable Quotas: A policy instrument for reducing greenhouse gas emissions from energy use, Tyndall Centre Technical Report No 39, Tyndall Centre for Climate Change Research, Norwich.
- Statistisches Bundesamt (2008)*: Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008, Wiesbaden, abrufbar unter: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet-DE/Content/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/Content75/KlassifikationWZ08,templateId=renderPrint.psml>, abgerufen am: 08.09.2011.

- Statistisches Bundesamt (2009)*: Rückläufiger Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen, Pressemitteilung Nr. 055 vom 18.02.2009, abrufbar unter: http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2009/02/PD09_055_85,templateId=renderPrint.psml, abgerufen am: 03.09.2011.
- Statistisches Bundesamt (2010a)*: Statistisches Jahrbuch 2010, Bonifatius, Paderborn.
- Statistisches Bundesamt (2010b)*: Bauen und Wohnen, Bestand an Wohnungen, Fachserie 5, Reihe 3, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, abrufbar unter: <http://www.destatis.de/jetspeed-/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/BauenWohnen/Wohnsituation/Bestand-Wohnungen-205030010-7004,property=file.pdf>, abgerufen am: 29.11.2011.
- Statistisches Bundesamt (2011)*: 28 Millionen Haushalte in Deutschland haben einen Breitbandanschluss, Pressemitteilung Nr. 474 vom 19.12.2011, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, abrufbar unter: http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2011/12/PD11_474_63931,templateId=renderPrint.psml, abgerufen am: 11.01.2012.
- Statistisches Bundesamt (2012)*: Jahresschätzung Arbeitskosten, abrufbar unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/VerdiensteArbeitskosten/ArbeitskostenLohnnebenkosten/Arbeitskosten/Tabellen/ArbeitskostenJeStunde.html>, abgerufen am: 30.04.2012.
- Statistisches Bundesamt (2013)*: Preise, Daten zur Energiepreisentwicklung, Lange Reihen von Januar 2000 bis April 2013, abrufbar unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Energiepreise/Energiepreisentwicklung/PDF_5619001.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am: 03.05.2013.
- Stavins, R. (1995)*: Transaction costs and tradable permits, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 29, S. 133 - 148.
- Steffen, W. et al. (2004)*: *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure*, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Stern, N. (2007)*: *The Economics of Climate Change*, The Stern Review, Cambridge University Press, Cambridge.
- Stocker, T. et al. (2013)*: Technical Summary, in: *Stocker, T. et al. (Hrsg.): Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC Secretariat, Genf.
- Stockstad, E. (2011)*: Cash Advance, New Approach Aim To Relaunch Biosphere 2, *Science*, Vol. 333, S. 146.

- Struschka, M. et al. (2008)*: Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung, Texte 44/08, Umweltbundesamt, Dessau.
- Ströbele, W. (1998)*: Handelbare Zertifikate für natürliche Ressourcen?, Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Sonderheft 9, S. 182-193.
- Sukhdev, P. et al. (2010)*: The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, Progress Press, Malta.
- Sutherland, R. J. (1996)*: The Economics of energy conservation policy, Energy Policy, Vol. 25, No. 4, S. 361 - 370
- Taylor, M. (1987)*: The possibility of cooperation, Cambridge University Press, Cambridge.
- Tickner, J./Raffensperger, C. (1998)*: The Precautionary Principle in action, a handbook, Science and Environmental Health Network, abrufbar unter: <http://www.sehn.org/-precaution.html#pub>, abgerufen am: 05.01.2013.
- Tietenberg, T. H. (1980)*: Transferable discharge permits and the control of stationary source air pollution: A survey and synthesis, Land Economics, Vol. 56, S. 391 - 416.
- Tietenberg, T. H. (1998)*: Tradable Permits and the Control of Air Pollution – Lessons from the United States, Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Sonderheft 9, S. 11 - 31.
- Tietenberg, T. H. (2006)*: Emissions Trading: principles and practice, 2. Aufl., Resources for the Future Press, Washington.
- Tietzel, M. (1981)*: Die Ökonomie der Property Rights: Ein Überblick, Zeitschrift für Wirtschaftspolitik, Nr. 30, S. 207 - 213.
- Tol, R. S. J. (1995)*: The Damage Costs of Climate Change Toward More Comprehensive Calculations, Environmental and Resource Economics, Vol. 5, No. 4, S. 353 - 374.
- Tol, R. S. J. (2002)*: New estimates of the damage costs of climate change, Part II: dynamic estimates, Environmental and Resource Economics, Vol. 21, No. 2, S. 135 - 160.
- Tol, R. S. J. (2005)*: The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of the uncertainties, Energy Policy, No. 33, S. 2064 - 2074.
- Tol, R. S. J. (2009)*: The Economic Effects of Climate Change, Journal of Economic Perspectives, Vol. 23, No. 2, S. 29 - 51.
- Tol, R. S. J./Yohe, G. W. (2006)*: A review of the Stern Review, World Economics, Vol. 7, No. 4, S. 233 - 250.

- Tullock, G. (1967)*: The Welfare Costs of Tariffs, Monopolies and Theft, *Western Economic Journal*, Vol. 5, No. 3, S. 224 - 232.
- UBA (2007)*: Soziodemographischer Wandel in Städten und Regionen, Entwicklungsstrategien aus Umweltsicht, Texte 18/07, Dessau.
- UBA (2010)*: Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2010, Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2008, Reihe Climate Change 03/2010, Dessau.
- UBA (2011a)*: Tabelle Treibhausgas-Emissionen in CO₂-Äquivalenten weltweit, abrufbar unter: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=t=2346>, abgerufen am: 13.09.2011.
- UBA (2011b)*: Statusbericht zur Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung, Reihe Climate Change 06/2011, Umweltbundesamt, Dessau.
- UBA (2011c)*: Treibhausgasemissionen in Deutschland: Emissionen der sechs im Kyoto-Protokoll genannten Treibhausgase nach Quellkategorien in Tsd. t CO₂-Äquivalenten, Umweltbundesamt, abrufbar unter: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten-/public/theme.do?nodeId=3152>, abgerufen am: 26.10.11.
- UBA (2011d)*: Emissionsmindernde Anforderungen im Verkehr, abrufbar unter: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2363>, abgerufen am: 15.10.2011.
- UBA (2014)*: Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014, Nationaler Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2012, Umweltbundesamt, abrufbar unter: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz-/klimaschutzberichterstattung/>, abgerufen am: 24.02.2014.
- UNEP (2012)*: The Emissions Gap Report 2012, United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.
- UNFCCC (2009)*: Copenhagen Accord of 18 December 2009, abrufbar unter: <http://unfccc.int/home/items/5262.php>, abgerufen am: 03.08.2010.
- UNFCCC (2010a)*: Status of Ratification of the Kyoto Protocol, abrufbar unter: http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php, abgerufen am: 16.06.2010.
- UNFCCC (2010b)*: The Cancun Agreements: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention, abrufbar unter: <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf#page=2>, abgerufen am: 20.06.2011.

- UNFCCC (2013a)*: Annual compilation and accounting report for Annex B Parties under the Kyoto Protocol for 2013, abrufbar unter: <http://unfccc.int/resource/docs/2013/cmp9/eng-06.pdf>, abgerufen am: 23.01.2014.
- UNFCCC (2013b)*: Quantified economy wide emission reduction targets by developed country parties to the convention: assumptions, conditions, commonalities and differences in approaches and comparison of the level of emission reduction efforts, abrufbar unter: http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/6911.php?preref=600007627, abgerufen am: 27.01.2013.
- UNFCCC (2014)*: Status of Ratification of the Convention, abrufbar unter: http://unfccc.int/essential_background/convention/status_of_ratification/items/2631.php, abgerufen am: 13.01.2014.
- Vanberg, V. (2008)*: Rationalität, Regelbefolgung und Emotionen: Zur Ökonomik moralischer Präferenzen, in: *Goldschmidt, N./Wohlgemuth, M. (Hrsg.): Wettbewerb und Regelordnung*, Mohr Siebeck, Tübingen, S. 241 - 267.
- Vattenfall (2007)*: Global Mapping of Greenhouse Gas Abatement Opportunities up to 2030, abrufbar unter http://www.schoonschakelen.nl/library_files/1_1253885146_-Power%-20Sector-GlobalMapping_of_Greenhouse_Gas_Abatment_Opportunities_up_to_-2030-Vattenfall-2007%5B1%5D.pdf, abgerufen am: 10.03.2013.
- Viscusi, W. K./Aldy, J. E. (2003)*: The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates throughout the World, *Journal of Risk and Uncertainty*, Vol. 27, No. 1, S. 5 - 76.
- Vuuren, van D. P./Weyant, J. P./Chesnaye, de la F. C. (2006)*: Multi-Gas Scenarios to Stabilize Radiative Forcing, *Energy Economics*, Vol. 28, S. 102 - 120.
- Warren, R. (2006)*: Impacts of Global Climate Change at Different Annual Mean Global Temperature Increases, in: *Schellnhuber, H.-J. (Hrsg.): Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge University Press, New York, S. 93 - 131.
- Weart, S. R. (2008)*: *The Discovery of Global Warming: New Histories of Science, Technology and Medicine*, Harvard University Press, Massachusetts.
- Weber, M. (1980[1921])*: *Wirtschaft und Gesellschaft*, Mohr, Tübingen.
- Weimann, J. (1998)*: Wettbewerbspolitische Aspekte von Zertifikaten, *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*, Sonderheft 9, S. 61 - 69.
- Weimann, J. (2009a)*: *Wirtschaftspolitik*, 5. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Weimann, J. (2009b)*: Königswege und Sackgassen in der Klimapolitik, in: *Weimann, J. (Hrsg.): Diskurs Klimapolitik*, Metropolis, Marburg.

- Weinreich, D. (2006): Klimaschutzrecht in Deutschland, Stand und Entwicklung der nationalen Gesetzgebung zum Klimaschutz, Zeitschrift für Umweltrecht, Nr. 17, S. 399 - 405.
- Weiß, J./Vogelpohl, T. (2010): Politische Instrumente zur Erhöhung der energetischen Sanierungsquote bei Eigenheimen, Institut für ökologische Wirtschaftsförderung, Berlin.
- Weischet, W./Endlicher, W. (2008): Einführung in die Allgemeine Klimatologie, 7. Aufl., Gebrüder. Bornträger, Berlin, Stuttgart.
- Weitzman, M. L. (1974): Prices versus Quantities, The Review of Economic Studies, Vol. 41, S. 477 - 491.
- Weitzman, M. L. (2007): A Review of the Stern Review of Climate Change, The Journal of Economic Literature, Vol. 45, S. 703 - 724.
- Wicksell, K. (1969 [1896]): Finanztheoretische Untersuchungen, Scienta Verlag, Aalen.
- Williamson, O. E. (1975): Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications, Free Press, New York.
- Wit, R. et al. (2005): Giving Wings to emission trading, Inclusion of aviation under the European Emission Trading System (ETS): Design and impacts, Report for the European Commission, DG Environment, No. ENV.C.2/ETU/2004/0074r, CE, Delft.
- Withagen, C. A./Florax, R. J./Mulatu, A. (2007): Optimal Environmental Policy Differentials in Open Economies under Emissions Constraints, Journal of Economics, Vol. 91, No. 2, S. 129 - 149.
- WMO (2013): The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere based on Global Observations through 2012, WMO Greenhouse Gas Bulletin, Nr.9, S. 1 - 4.
- Woerdmann, E. (2000): Organizing emission trading: The barrier of domestic permit allocation, Energy Policy, Vol. 28, S. 613 - 625.
- WWF (2010): Living Planet Report, World Wide Fund for Nature International, Gland.
- Yamin, F./Smith, J. B./Burton, I. (2006): Perspectives on "Dangerous Anthropogenic Interference", or how to operationalize Article 2 of the UN Framework Convention on Climate Change, in: Schellnhuber, H.-J. (Hrsg.): Avoiding Dangerous Climate Change, Cambridge University Press, New York, S. 81 - 91.
- Yohe, G. W./Lasco, R. D. (2007): Perspectives on climate change and sustainability, in: Parry, M. et al. (Hrsg.): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, S. 811 - 841.

- Zeckhauser, R. (1981):* Preferred Policies when there is a concern for probability of adoption, Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 8, S. 215 - 237.
- Zhang, Z./Nentjes, A. (1997):* International Tradable Carbon Permits as a strong form of joint implementation, MPRA Paper 13300, abrufbar unter: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/13300/1/MPRA_paper-13300, abgerufen am: 08.02.2012.
- Zimmermann, H./Hansjürgens, B. (1998):* Zertifikate im Instrumentenvergleich aus ordnungspolitischer Sicht, Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Sonderheft 9, S. 47 - 60.
- Zöckler, J. (2004):* Die Einführung des Emissionshandels in Deutschland: Eine polit-ökonomische Analyse unternehmerischer Interessenvertretung am Beispiel der Elektrizitätswirtschaft, Centrum für Nachhaltigkeitsmanagement, Lüneburg.